

Análise da Implantação do Projeto “Valorização dos Resíduos Sólidos Orgânicos no Município de Florianópolis Através do Beneficiamento dos Resíduos de Podas”

Marcelo Adolpho Costa Chaluppe

Orientador: Prof. Dra. Elivete Carmem Clemente Prim.
Coorientador: Prof. Dr. Armando Borges de Castilhos Jr.

2013/2



Universidade Federal de Santa Catarina
Centro Tecnológico
Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental

**ANÁLISE DA IMPLANTAÇÃO DO PROJETO
"VALORIZAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS NO
MUNICÍPIO DE FLORIANÓPOLIS ATRAVÉS DO
BENEFICIAMENTO DOS RESÍDUOS DE PODAS"**

MARCELO ADOLPHO COSTA CHALUPPE

Trabalho de Conclusão de Curso
submetido ao Programa de
Graduação em Engenharia Sanitária
e Ambiental da Universidade
Federal de Santa Catarina para a
obtenção do Grau de Engenheiro em
Engenharia Sanitária e Ambiental.

Orientador: Dra. Elivete Carmem
Clemente Prim.

Coorientador: Prof. Dr. Armando
Borges de Castilhos Jr.

Florianópolis, SC
2013

**CHALUPPE, M. A. C. Análise da Implantação do Projeto
“Valorização dos Resíduos Sólidos Orgânicos no Município de
Florianópolis Através do Beneficiamento dos Resíduos de Podas”**

Florianópolis: UFSC/CTC/ENS, 2013. 125 f. Trabalho de Conclusão de
Curso em Engenharia Sanitária e Ambiental – UFSC

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

**ANÁLISE DA IMPLANTAÇÃO DO PROJETO
"VALORIZAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS NO
MUNICÍPIO DE FLORIANÓPOLIS ATRAVÉS DO
BENEFICIAMENTO DOS RESÍDUOS DE PODAS"**

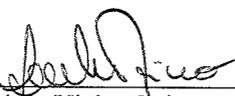
MARCELO ADOLPHO COSTA CHALUPPE

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

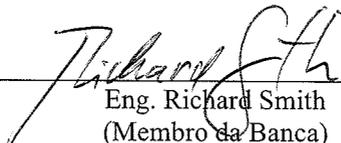
BANCA EXAMINADORA:



Prof. Dra. Elivete Carmem Clemente Prim
(Orientador)



Eng.^a Flávia Vieira Guimarães Oro fino
(Membro da banca)



Eng. Richard Smith
(Membro da Banca)

Florianópolis (SC)
Dezembro/2013

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, Ary e Emília Cristina, pelo amor infinito de suas vidas.

AGRADECIMENTOS

“É exatamente disso que a vida é feita: De momentos! Momentos os quais temos que passar, sendo bons ou não, para o nosso próprio aprendizado, por algum motivo. Nunca esquecendo-se do mais importante: NADA NESSA VIDA É POR ACASO...”
(Chico Xavier)

Gostaria de agradecer primeiramente ao meus pais, Ary e Emília Cristina por todo amor, carinho, incentivo e compreensão durante esta longa jornada acadêmica. Sem eles eu jamais teria alcançado este objetivo.

Ao meu irmão mais velho André Gustavo, por estar sempre a frente em minha vida mostrando possíveis caminhos à se percorrermos e cujo qual plantou a semente de estudar em Florianópolis em meu coração.

À minha linda e amada mulher Priscila Mei, por ter sido o anjo que apareceu em minha vida e que esteve ao meu lado durante os meus últimos anos de graduação. Seu amor, carinho e dedicação foram essenciais para eu conquistar esta vitória.

À Universidade Federal de Santa Catarina por ter me acolhido de braços abertos durante todos estes anos e também ao Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental por ter me proporcionado alguns dos melhores professores de minha vida.

Ao Santo Daimé por ter aberto a minha compreensão para a realidade espiritual e assim poder compreender que a nossa existência é muito mais complexa do que imaginamos ser.

Ao professor Armando Borges de Castilhos Jr. por ter sido a ponte de conexão entre eu e minha adorável orientadora.

À minha orientadora Elivete Carmem Clemente Prim por acreditar em meu potencial, incentivar as minhas idéias e guiar-me com carinho e compreensão durante a realização deste trabalho.

Aos engenheiros Flávia Vieira Guimarães Orofino e Edmar de Oliveira Arruda por tanto me ensinarem durante o meu estágio supervisionado na COMCAP. Vocês tornaram esta minha experiência profissional ainda mais marcante.

À Companhia Melhoramentos da Capital por todo suporte necessário para a realização deste trabalho.

Aos amigos, amigas e todos os seres que fizeram de alguma maneira parte de minha vida durante estes incríveis anos de graduação.

À vida por me ensinar cada dia o quão lindo e prazeroso é viver.

RESUMO

A falta de modelos eficientes para a gestão dos resíduos de podas da arborização urbana, tem resultado em diversos problemas ambientais, sociais e econômicos resultantes da disposição inadequada desses materiais. O gerenciamento inadequado destes resíduos tem resultado em altos custos para os municípios, o comprometimento de grandes áreas para disposição, o aumento do risco de incêndio em aterros e terrenos baldios, a degradação da paisagem e poluição do ar e da água. Estes resíduos poderiam ser aproveitados em pequenos objetos de madeira, composto orgânico, lenha, carvão vegetal, entre outros. No município de Florianópolis, estes resíduos representam uma parcela significativa de material que é destinado ao Centro de Transferência Resíduos Sólidos - CTReS e ao Aterro de Inertes do Canto do Lamim, os quais são aterrados ou depositados no solo, ocupando um espaço que poderia ser utilizado por outro material, que por sua vez, diminuem a vida útil dos aterros, além de gerar impactos negativos. Diante desta problemática a Companhia Melhoramentos da Capital - COMCAP, elaborou no ano de 2010, o projeto "Valorização dos Resíduos Sólidos Orgânicos através do Beneficiamento dos Resíduos de Poda no Município de Florianópolis", o qual encontra-se em início de implantação. Este projeto tem como objetivo a reciclagem dos resíduos de podas de origem pública e particular, através de seu beneficiamento e posterior processo de compostagem. Avaliou-se a implantação deste programa, bem como da logística operacional adotada pela COMCAP. Pode-se concluir que este programa é capaz de solucionar a problemática ambiental associada aos resíduos de podas, diminuir os custos com sua disposição final em aterros sanitários e promover sustentabilidade no gerenciamento integrado dos resíduos sólidos urbanos.

Palavras-chave: Arborização urbana; resíduos de podas; gestão de resíduos; beneficiamento de resíduos; valorização de resíduos.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização do município de Florianópolis	43
Figura 2: Localização do CTReS na Bacia do Itacorubi	44
Figura 3: Layout do CTReS	45
Figura 4: Fluxograma do projeto.....	52
Figura 5: Picador florestal PDF 320 (a)	56
Figura 6: Picador florestal PDF 320 (b).....	57
Figura 7: Picador florestal PDF 320 (c)	57
Figura 8: Trator agrícola Massey Ferguson 4292 (a)	58
Figura 9: Trator agrícola Massey Ferguson 4292 (b).....	59
Figura 10: Picador florestal PFL 400 x 700 (a).....	60
Figura 11: Picador florestal PFL 400 x 700 (b).....	61
Figura 12: Picador florestal PFL 400 x 700 (c).....	61
Figura 13: Caminhão basculante Mercedes Benz L608	62
Figura 14: Adaptação da caçamba basculante (a)	62
Figura 15: Adaptação da caçamba basculante (b)	63
Figura 16: Caixas estacionárias de 30 m ³	64
Figura 17: Caixas estacionárias de 20 e 30 m ³	64
Figura 18: Trator pá carregadeira Michigan (a)	65
Figura 19: Trator pá carregadeira Michigan (b).....	65
Figura 20: Mesa afiadora de lâminas	66
Figura 21: Entrada do PEV do CTReS.....	71
Figura 22: Recepção do PEV no CTReS.....	71
Figura 23: Balança de pesagem do CTReS	74
Figura 24: Antiga balança de pesagem do CTReS.....	74
Figura 25: Pátio de Podas do CTReS(a).....	77
Figura 26: Pátio de Podas do CTReS (b)	77
Figura 27: COMCAP descarregando resíduos de podas	77
Figura 28: Municípe descarregando resíduos de podas.....	78
Figura 29: Marinha descarregando resíduos no Pátio de Podas	78
Figura 30: Empresa particular descarregando resíduos no Pátio de Podas	79
Figura 31: Alimentação manual dos resíduos de podas	80
Figura 32: Resíduos de podas descartados manualmente no picador florestal.....	80
Figura 33: Alimentação mecanizada com retroescavadeira dos resíduos de podas no picador florestal.....	81

Figura 34: Resíduos de podas descarregados pela retroescavadeira no picador florestal	82
Figura 35: Alimentação com grua dos resíduos de podas no picador florestal	82
Figura 36: Resíduos de podas depositados com grua no picador florestal	82
Figura 37: Detalhe do rotor de corte do picador florestal PFL 400 x 700	83
Figura 38: Posicionamento dos equipamentos durante o beneficiamento	84
Figura 39: Cavacos produzidos após o beneficiamento	84
Figura 40: Lâmina sendo afiada na mesa afiadora	85
Figura 41: Cavacos sendo coletados no caminhão basculante	86
Figura 42: Armazenagem dos cavacos no Pátio de Compostagem (a)	87
Figura 43: Armazenagem dos cavacos no Pátio de Compostagem (b)	87
Figura 44: Leira de compostagem aberta para o descarte	88
Figura 45: Leira de compostagem coberta com resíduos de podas	88
Figura 46: Uso dos cavacos em canteiros de plantas	89
Figura 47: Usos dos cavacos em horta de alimentos (a)	89
Figura 48: Uso dos cavacos em horta de alimentos (b)	90
Figura 49: Uso dos cavacos para fins paisagísticos	90
Figura 50: Fluxograma geral do processo	94
Figura 51: Resíduos de podas recebidos em 2011	95
Figura 52: Resíduos de podas recebidos em 2012	97
Figura 53: Resíduos de podas beneficiados em 2012	99
Figura 54: Acúmulo de resíduos de podas sem beneficiamento ao longo de 2012	100
Figura 55: Resíduos de podas recebidos em 2013	102
Figura 56: Resíduos de podas beneficiados em 2013	103
Figura 57: Evolução do acúmulo de resíduos de podas em 2013	105
Figura 58: Motor mecânico misturado aos resíduos de podas	111
Figura 59: Contaminação com terra e plástico dos resíduos de podas	111
Figura 60: Pátio de podas após um evento pluviométrico	114
Figura 61: Armazenamento temporário do picador florestal PFL 400 x 700	115
Figura 62: Lâmina de corte seriamente danificada	116

LISTA TABELAS

Tabela 1: Cronograma de execução do projeto	53
Tabela 2: Roteiros de coleta para os resíduos de podas	72
Tabela 3: Resíduos de podas recebidos em 2011	95
Tabela 4: Resíduos de podas recebidos em 2012.	97
Tabela 5: Resíduos de podas beneficiados em 2012	98
Tabela 6: Resíduos de podas acumulados em 2012	100
Tabela 7: Resíduos de podas recebidos em 2013	101
Tabela 8: Resíduos de podas beneficiados em 2013	103
Tabela 9: Resíduos de podas acumulados em 2013	104
Tabela 10: Produtividade do picador florestal PDF 320	106
Tabela 11: Produtividade do picador florestal PFL 400 x 700.....	106
Tabela 12: Economia potencial obtida com beneficiamento dos resíduos de podas.....	107
Tabela 13: Economia real obtida com o beneficiamento dos resíduos de podas	108

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ATT - Área de Transferência e Triagem de Resíduos Sólidos

CCA - Centro de Ciências Agrárias

CEASA - Centrais de Abastecimento Hortifrutigranjeiro

CELESC - Centrais Elétricas de Santa Catarina

COMCAP - Companhia Melhoramentos da Capital

CTReS - Centro de Transferência de Resíduos Sólidos de Florianópolis

DPTE - Departamento Técnico da COMCAP

DVCOA - Departamento de Educação Ambiental da COMCAP

DPMT - Departamento de Manutenção da COMCAP

ENR - Departamento de Engenharia Rural

EPI - Equipamentos de Proteção Individual

FLORAM - Fundação do Meio Ambiente de Florianópolis

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

PAMPA - Programa de Aproveitamento de Madeira de Poda de Árvores

PEV - Ponto de Entrega Voluntário de Resíduos Sólidos

PMF - Prefeitura Municipal de Florianópolis

PNRS - Política Nacional de Resíduos Sólidos

UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina

SEDEMA - Secretaria de Defesa do Meio Ambiente

SUMÁRIO

RESUMO	13
1 INTRODUÇÃO	23
2 OBJETIVOS	27
2.1 OBEJTIVO GERAL	27
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	27
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	29
3.1 ARBORIZAÇÃO URBANA	29
3.2 RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS	30
3.3 RESÍDUOS DE PODAS	31
3.4 LEGISLAÇÃO APLICADA AOS RESÍDUOS DE PODAS	34
3.5 IMPACTOS DOS RESÍDUOS DE PODA	35
3.5.1 Disposição em Lixões e Aterros	35
3.5.2 Disposição Direta no Campo	36
3.5.3 Combustível em Caldeiras	36
3.5.4 Queimada Descontrolada do Material	37
3.5.5 Reutilização	37
3.5.6 Compostagem	37
3.6 VALORIZAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	38
3.6.1 Valorização dos Resíduos de Podas	39
4 MATERIAIS E MÉTODOS	43
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO	43
4.2 LOCAL DO TRABALHO REALIZADO	43
4.3 O BENEFICIAMENTO DOS RESÍDUOS DE PODAS NA COMCAP	45
4.4 O PROJETO "VALORIZAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO MUNICÍPIO DE FLORIANÓPOLIS ATRAVÉS DO BENEFICIAMENTO DOS RESÍDUOS DE PODAS"	47
4.4.1 Metas do Projeto	47
4.4.2 Logística Operacional Proposta pelo Projeto	48
4.5 METODOLOGIA	53
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	55
5.2 INDICADORES DO BENEFICIAMENTO DOS RESÍDUOS DE PODAS	94
5.2.1 Beneficiamento dos Resíduos de Podas Em 2011	94
5.2.2 Beneficiamento dos Resíduos de Podas em 2012	96

5.2.3	Beneficiamento dos Resíduos de Podas em 2013 101	
5.2.4	Produtividade dos Picadores Florestais	105
5.2.5	Economia Obtida com o Programa de Beneficiamento dos Resíduos de Podas	107
5.3	PROBLEMÁTICAS OBSERVADAS NO BENEFICIAMENTO DOS RESÍDUOS DE PODAS.....	108
5.3.1	Cadastro dos Geradores de Resíduos de Podas ..	109
5.3.2	Cobrança dos Resíduos de Podas Particulares ...	109
5.3.3	Contaminação dos Resíduos de Podas	110
5.3.4	Escassez de Mão de Obra.....	112
5.3.5	Escassez de Equipamentos	112
5.3.6	Estrutura Física Inadequada	113
5.3.7	Manutenção do Picador Florestal	115
5.3.8	Registro de Dados e Indicadores	116
5.3.9	Logística Operacional	117
6	CONCLUSÕES.....	119
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	121

1 INTRODUÇÃO

A arborização é uma atividade essencial para a manutenção da qualidade de vida em centros urbanos. Ela proporciona conforto para as moradias, "sombreamento", abrigo e alimento para avifauna, diversidade biológica, diminuição da poluição, condições de permeabilidade do solo e paisagem, contribuindo assim para a melhoria das condições urbanísticas (SÃO PAULO, 2005).

O entendimento da estrutura de cada árvore, irá fornecer subsídios para definir a programação de podas, a limpeza e o controle das pragas e doenças, entre outras ações que irão determinar os tipos e volume de resíduos gerados.

A maioria dos municípios brasileiros não consideram a arborização urbana no planejamento de seus espaços, o que resulta em políticas inadequadas de gerenciamentos dos resíduos de podas aplicadas ao conjunto de árvores e outras espécies vegetais plantadas (MEIRA, 2010).

Sem planejamento, diversas espécies são plantadas inadequadamente em locais não apropriados, de modo a gerar conflitos com outros usos do solo e posteriormente à sua retirada ou poda drástica. As principais atividades colidentes nestas situações são atribuídas à construção civil, à pavimentação de ruas e calçadas, bem como à fiação aérea como rede elétrica, de telefonia, televisão a cabo, etc. (MEIRA, 2010).

As árvores e outros vegetais interceptam, refletem, absorvem e transmitem radiação solar, e assim, melhoram a temperatura do ar no ambiente urbano. Elas ainda tem a capacidade de remoção de partículas e gases poluentes da atmosfera, como o dióxido de enxofre (SO₂), o ozônio (O₃) e o flúor. A presença de árvores ainda reduz os níveis da poluição sonora ao impedir que os ruídos e barulho reflitam continuamente nas paredes das casas e edifícios, uma vez que absorvem a energia sonora dos sons emitidos (PORTO ALEGRE, 2000).

Entretanto, a escassez de normas técnicas e a falta de planejamento para promover a implantação da arborização no espaço público, tem ocasionado diversos problemas para o gerenciamento municipal desta atividade.

A falta de modelos eficientes para a gestão dos resíduos de podas da arborização urbana tem contribuído para agravar os problemas ambientais, sociais e econômicos resultantes da disposição inadequada desses materiais.

O gerenciamento inadequado dos resíduos de arborização urbana resultam em altos custos para os municípios, no comprometimento de grandes áreas para disposição, no aumento do risco de incêndio em aterros e terrenos baldios, na degradação da paisagem e na poluição do ar e da água (MEIRA, 2010). Estes materiais ainda poderiam ser utilizados com potencial energético e de matéria-prima, uma vez aplicados na fabricação de produtos sólidos de madeira e na compostagem.

Com o aumento das quantidades geradas, ao avanço acelerado das concentrações populacionais nos centros urbanos, do grande desenvolvimento tecnológico, da diversificação na oferta de produtos de consumo e das facilidades proporcionadas ao acesso a estes bens, as administrações municipais, responsáveis pela gestão e destinação final dos resíduos sólidos urbanos, têm enfrentado sérios problemas com o gerenciamento dos resíduos sólidos descartados nos últimos tempos. (CORTEZ, 2011).

As cidades com mais um milhão de habitantes, produzem em média 1,5 kg/dia.habitante de lixo urbano (IBGE, 2002), dos quais, 25% são decorrentes do lixo público, do qual faz parte o "lixo verde", proveniente de podas e cortes de árvores, limpeza de praças, bosques e da capinação de terrenos, constituído basicamente de galhos, troncos e folhas (CORTEZ, 2011).

A destinação adequada destes resíduos de poda se faz necessária, uma vez que a sua grande maioria é depositada em aterros ou lixões, onde misturam-se com outros resíduos sólidos depositados e contribuem para a produção de biogás, que se não for coletado, impacta o meio ambiente, uma vez que é constituído principalmente por metano, que é o grande responsável pelo efeito estufa.

Segundo Cortez (2011), dentre as soluções que merecem destaque, está o processo de compostagem como método ambientalmente correto e seguro para a reciclagem e reutilização dos resíduos de poda.

Pelo fato dos resíduos de poda se tratar de uma matéria biologicamente degradável, passível de ser convertida em material orgânico, diversos autores têm estudado meios ambientalmente apropriados de destinação dos resíduos de poda, analisando os riscos e impactos ambientais, bem como as vantagens e responsabilidade com o meio ambiente desta problemática.

De acordo com a Prefeitura Municipal de Florianópolis, os resíduos de poda do município de Florianópolis eram depositados desde

o ano de 2000 no Aterro de Inertes do Monte Verde, localizado no bairro Saco Grande, o qual encontram-se encerradas suas atividades.

Atualmente, um novo Aterro de Inertes localizado no Canto do Lamim, no Bairro Canasvieiras está em início de operação. Estes resíduos representam uma parcela significativa de material que é destinado a este aterro e para o Centro de Transferência de Resíduos Sólidos - CTReS. Estimam que mensalmente são destinados 500 m³ de resíduos de podas nestas unidades, os quais são aterrados ou depositados no solo. Isto faz com que estes resíduos ocupem um espaço que poderia ser utilizado por outro material, o que por sua vez, diminui a vida útil deste aterro, além de gerar impactos negativos ao solo e aos recursos hídricos.

Além disso, a disposição final dos resíduos de podas em aterros pode gerar o aparecimento de animais como insetos, roedores, entre outros animais normalmente considerados vetores de doenças, fato este favorecido pela região do município ser de clima subtropical.

O Município de Florianópolis possui um convênio firmado entre a COMCAP e a empresas particulares para coletar os resíduos proveniente da construção civil, madeira natural, móveis, etc., as quais retiram esse material do aterro de inertes, direcionando-os para reciclagem ou comercialização como fonte de energia para olarias e caldeiras da região. Porém, essas empresas não coletam os resíduos de podas em seu estado bruto. Torna-se então, necessária a implantação de medidas que objetivem a valorização destes resíduos.

Diante desta problemática a Companhia Melhoramentos da Capital - COMCAP, elaborou no ano de 2010, o projeto "Valorização dos Resíduos Sólidos Orgânicos através do Beneficiamento dos Resíduos de Poda no Município de Florianópolis", encaminhado ao Fundo de Reconstituição de Bens Lesados - FRBL, para pleitear recursos financeiros para a aquisição de equipamentos para realizar o beneficiamento dos resíduos de podas.

Após cumprir os trâmites burocráticos inerentes a projetos de captação de recursos, que resultaram no atraso da aprovação deste projeto e na liberação dos recursos deste fundo, a COMCAP decidiu adquirir com recursos próprios um picador florestal no ano de 2011 e assim iniciar as atividades beneficiamento destes resíduos.

Porém, este equipamento mostrou-se insuficiente em beneficiar a elevada quantidade de resíduos de podas destinados diariamente no CTReS do Itacorubi.

As dificuldades observadas neste período, levaram a COMCAP a readequar o projeto enviado ao FRBL, com o interesse de adquirir equipamentos que pudessem melhorar o cenário do beneficiamento dos resíduos de podas no município de Florianópolis.

No ano de 2012, este projeto foi finalmente aprovado, com liberação dos recursos que permitiram a COMCAP adquirir um novo picador florestal de maior produtividade e de caixas estacionárias para auxiliar nas operações de beneficiamento dos resíduos de podas.

Esses equipamentos foram adquiridos no final do ano de 2013, o que iniciou uma nova fase dentro da COMCAP nas atividades de beneficiamento dos resíduos de podas.

2 OBJETIVOS

2.1 OBEJTIVO GERAL

Avaliar a implantação do programa "Valorização dos Resíduos Sólidos Orgânicos no Município de Florianópolis através de Beneficiamento dos Resíduos de Podas", no Centro de Transferência de Resíduos Sólidos - CTReS, elaborado pela Companhia de Melhoramentos da Capital - COMCAP.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar a logística operacional praticada pela COMCAP no gerenciamento dos resíduos de podas no município;
- Estimar a quantidade de resíduos de podas recebidas e beneficiadas desde o início do programa;
- Analisar os indicadores de gerenciamento e comparar os resultados com os diferentes picadores florestais;
- Avaliar o cumprimento das metas propostas pelo projeto;
- Propor ações para a melhoria no processo.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 ARBORIZAÇÃO URBANA

A arborização urbana é considerada como todo tipo de vegetação arbórea existente dentro do perímetro urbano e respectiva zona de influência, em áreas públicas ou privadas, naturais ou introduzidas pelo homem, que abrange o trato e o cultivo das árvores da arborização de ruas, praças, parques, jardins, áreas de conservação urbana e demais áreas livres de edificação (BOBROWSKI, 2011).

Milano (1991) considera a arborização urbana como toda vegetação arbórea existente nas cidades, subdivida em duas partes: áreas verdes e arborização de ruas, tanto de áreas públicas quanto particulares. Porém, para Pipeta e Silva Filho (2002) a arborização urbana pode se classificada em: arborização de parques e jardins, arborização de áreas privadas, arborização nativa e residual e arborização de ruas e avenidas.

Deste modo, o conceito de arborização urbana, pode ser relacionado as áreas verdes e arborização de ruas, em áreas públicas e particulares.

A arborização é caracterizada como um dos elementos mais importantes que compõe o ecossistema urbano, que pelos benefícios que produz, deveria ser uma preocupação permanente de todo e qualquer planejamento urbano (VERAS, 1986).

A arborização urbana influencia o conforto humano no ambiente, por meio das características naturais das árvores, proporciona sombra para os pedestres e veículos, reduz a poluição sonora, melhora a qualidade do ar, diminui a amplitude térmica, proporciona abrigo para pássaros, além de promover harmonia estética, o que ameniza a diferença entre a escala humana e outros componentes arquitetônicos como prédios, muros e grandes avenidas (SILVA FILHO, 2006).

As árvores urbanas desempenham uma importante função no embelezamento da paisagem, na redução da poluição atmosférica, na moderação do balanço energético do município e no escoamento superficial da água da chuva, que por sua vez atenuam problemáticas urbanas como formação de ilhas de calor e o aumento do escoamento superficial quando há tempestades, que em muitos casos resultam em deslizamentos e enchentes (MEIRA, 2010).

Os benefícios da arborização no ecossistema urbano, dependem entre outros fatores, da correta seleção das espécies, da área de

cobertura de copa, da arquitetura das árvores, assim como da porcentagem de superfície pavimentada e construída (MEIRA, 2010).

A arborização planejada é muito importante, independente do porte do município, pois evita problemas futuros de conflitos de uso do espaço terrestre e aéreo, que levam à rejeição das árvores e à poda drástica ou remoção (PIVETTA E SILVA FILHO, 2002). O bom planejamento evita ações de remediação, adequa a vegetação ao uso do espaço urbano, o que reduz a geração futura de resíduos.

Entretanto, são raras as cidades brasileiras que possuem projetos de arborização urbana. Um levantamento realizado no Estado de São Paulo revelou que dos 295 municípios analisados, em somente 26,44% a arborização urbana seguiram um projeto, enquanto que 69,15%, a implantação da vegetação foi aleatória (MEIRA, 2010).

3.2 RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

A Associação Brasileira de Normas Técnicas define, os resíduos sólidos como "resíduos nos estados sólidos ou semi-sólidos ou que resultam da atividade da comunidade, de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Considera-se também, resíduo sólido, como os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle da poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos d'água, exigindo para isso soluções técnicas e economicamente viáveis face a melhor tecnologia disponível" (ABNT, 2004).

D'Almeida (2000), denomina resíduo sólido urbano ou lixo sólido urbano, como "o conjunto de detritos gerados em decorrência das atividades humanas nos aglomerados urbanos. Incluem-se os resíduos domiciliares, os originados nos estabelecimentos comerciais, industriais e de prestação de serviços, os decorrentes dos serviços de limpeza pública urbana, aqueles oriundos dos estabelecimentos de saúde, os resíduos de construção civil e os gerados nos terminais rodoviários, ferroviários, portos e aeroportos".

Outra denominação proposta por Vailati (1998), resíduos sólidos urbanos seria o "lixo cuja coleta, transporte e destinação final é por definição legal de responsabilidade das prefeituras municipais, o que inclui o lixo domiciliar, o comercial e o público. Os resíduos assépticos dos estabelecimentos de saúde e os decorrentes de terminais rodoviários

e ferroviários, bem como os entulhos, podem também compor o conjunto de detritos atendidos pela coleta oficial dos municípios. Os demais (industriais, sépticos e os produzidos em portos e aeroportos) requerem cuidados especiais quanto ao seu acondicionamento, coleta, transporte e destinação final, devido à periculosidade real ou potencial à saúde humana e ao meio ambiente".

3.3 RESÍDUOS DE PODAS

Os resíduos de podas, são os resíduos gerados das atividades de manejo da arborização urbana. As operações de poda e remoção da arborização urbana geram resíduos na forma de galhos, ramos, folhas, sementes, frutos e fustes (MEIRA, 2010). No caso de remoção de exemplares arbóreos há também as raízes e o tronco.

Estes resíduos podem ser classificados em folhas e galhos finos com até 8 cm de diâmetro; galhos com 8,1 a 15 cm de diâmetros; galhos com 15,1 a 25 cm de diâmetro e galhos acima de 25 cm de diâmetro (CORTEZ, 2011).

Outra denominação sugerida para os resíduos de podas, foi proposta por Bidone (2001), ao criar o termo resíduos sólidos verdes. Para o autor, estes resíduos são os provenientes da prática de poda realizada nos perímetros urbanos e de sobras de produtos hortifrutigranjeiros, que representam uma considerável fração vegetal oriunda de parques, praças, jardins residenciais e comerciais, de vias públicas e de CEASAs.

3.3.1.1 Classificação dos Resíduos de Podas

De acordo com os critérios de riscos estabelecidos pela ABNT, os resíduos de podas ou arborização urbana, apesar do alto teor de lignina, são biodegradáveis e classificados como Classe II não inertes.

Pela PNRS, os resíduos de podas ou arborização urbana são classificados quanto à sua periculosidade como não perigosos e como sendo resíduos de limpeza urbana, que se agregados aos resíduos domiciliares passam a ser do tipo resíduos sólidos urbanos (CORTEZ, 2011).

Os resíduos de podas, são classificados com relação a sua origem, como os resíduos provenientes de podas de limpeza e manutenção da arborização urbana, em decorrência de quedas por

fenômenos naturais (vendavais), por senescência e por depreação humana (MEIRA, 2010).

Quanto a sua composição química, trata-se de um material orgânico, no qual seus constituintes químicos estão diretamente relacionados com as suas propriedades. São constituídos aproximadamente por 50% de carbono, 6% de hidrogênio, 44% de oxigênio e 1% de nitrogênio (SILVA, 2005).

Estes resíduos são formados essencialmente por celulose, polioses, os quais formam a holocelulose, e lignina, um polímero aromático natural e de alto peso molecular responsável pela dureza e rigidez da parede celular, que em muitas vezes determinam o uso comercial da madeira. Existem também os componentes inorgânicos, denominados cinzas, as quais são compostas por potássio, cálcio, magnésio, pequenas quantidades de sódio, manganês, ferro, alumínio, além de radicais como carbonatos, silicatos, cloretos, sulfatos, traços de zinco, cobre e cromo, dentre outros (CARDOSO et al., 2001).

Os resíduos de podas gerados podem ser classificados em função da espécie que o originou, das suas dimensões, do componente do qual provém, entre outros. Isto pode ser fundamental pra definir-se a destinação mais adequada para este material, uma vez que estes materiais podem ser selecionados e utilizados para fins mais nobres, ao invés de serem enviados para aterros, terrenos baldios ou outras formas de disposições inadequadas (MEIRA, 2010).

Para Nolasco (2000), os métodos de classificação dos resíduos de podas são definidos em função do seu objetivo. Pode-se classificá-los em função de sua origem, tipo, fatores geradores, quantidade, composição e periculosidade, características físicas, sazonalidade, dispersão espacial e forma de manejo.

3.3.1.2 *Geração dos Resíduos de Podas*

A poda é uma prática antiga, utilizada em jardins clássicos europeus, visando estimular a produção de flores. Por causa dessa cultura, a poda tem sido adotada no meio urbano com fins estéticos ou fitossanitários (MINISTÉRIO PÚBLICO DE SANTA CATARINA, 2007).

No Brasil, a prática da poda foi trazida pelos imigrantes europeus exclusivamente para as árvores frutíferas (pereiras, macieiras, pessegueiros, etc.), com objetivo de aumento e melhoria na produção de

frutos. Na arborização urbana, a poda é realizada em geral com quatro finalidades (MEIRA, 2010):

a) formação: os ramos laterais são removidos até uma altura recomendada de 1,80 m, com o intuito de não prejudicar o futuro trânsito de pedestres e veículos sob a copa. Esta poda é normalmente realizada no viveiro, ou no local definitivo quando a muda é plantada com tamanho menor do que a recomendada;

b) limpeza: os ramos velhos, em excesso, mortos, lascados, doentes ou praguejados são removidos, com intuito de manter a saúde e a estética;

c) contenção: é realizada com o objetivo de adequar a copa da árvore ao espaço físico disponível, em função de um plantio inadequado. A recomendação é manter um mínimo de 30% da copa, conservando-se, sempre que possível, o formato original;

d) emergência: é realizada para remover as partes da árvore que ameacem a segurança da população, das edificações e outras instalações, como as redes aéreas, elétrica e telefônica. É uma poda realizada para resolver uma emergência. A duração da interferência é curta e o efeito estético é desagradável na maioria dos casos.

A geração dos resíduos de podas está diretamente relacionada à forma de condução de operação da poda, ao modelo de urbanização e planejamento dos espaços, dos loteamentos, das vias públicas, e de forma geral do sistema de infraestrutura existente na cidade, tais como fiação de energia elétrica, fiação telefônica, TV a cabo, a própria relação do morador com a árvore no espaço urbano e a falta de políticas de arborização urbana (MEIRA, 2010).

Ainda segundo a autora, os motivos para a realização de podas arbóreas verificadas no município de Piracicaba - SP, são em função das conduções das espécies, danos à fiação, afloramento de calçada, bem como doenças, senescência e ao risco de queda. Essas podas em geral são realizadas em espécies arbustivas, causadas pelo crescimento lateral e invasão de calçada.

3.4 LEGISLAÇÃO APLICADA AOS RESÍDUOS DE PODAS

A maior parte dos municípios brasileiros não tem sequer políticas de arborização urbana, quando mais para a destinação e o reaproveitamento dos resíduos de poda urbana (MEIRA 2010).

Estes resíduos em na maioria dos casos são enquadrados como resíduos públicos, os quais ficam, ao encargo das Prefeituras Municipais e são regulamentados pelas leis orgânicas dos municípios ou baseados em leis estaduais ou federais.

Ainda segundo a autora, ao analisar a Política Estadual de Resíduos Sólidos, instituída pela Lei nº 12.300 (SÃO PAULO, 2006), concluiu não há diferenciação e diretriz específica para os resíduos da arborização urbana, somente sua categorização como resíduos urbanos.

A Lei cita em seu Artigo 6º, a seguinte expressão: "resíduos urbanos: os provenientes de residências, estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços, de varrição, de podas e da limpeza de vias, logradouros públicos e sistemas de drenagem urbana passíveis de contratação ou delegação a particular, nos termos de lei municipal".

Segundo esta Lei, os resíduo de podas e remoção devem ser destinados aos aterros sanitários, juntamente com os demais resíduos enquadrados nesta categoria.

Em outro casos, as leis municipais que buscam regulamentar as atividades de poda, as competências para a realização da mesma, as responsabilidades e as punições, são baseadas em modelos de leis estaduais ou municipais, muito embora não há um consenso ou uma definição de responsabilidades entre moradores, concessionárias de energia elétrica e a Prefeitura Municipal (CORTEZ, 2011).

No Brasil, ainda são poucas as iniciativas que referem-se ao destino dos resíduos de poda da arborização urbana. Há apenas algumas iniciativas pontuais para o reuso, como por exemplo o projeto PAMPA - Programa de Aproveitamento de Madeira de Poda de Árvores, iniciado no Estado de São Paulo.

Este projeto tem como objetivos, a prevenção da redução da vida útil dos aterros sanitários, além de proporcionar uma maior produtividade das equipes de poda.

Em Recife, o Decreto Municipal 18.082 de 13/11/98 regulamenta a lei Municipal 16.337/09, a qual estabelece normas para a coleta e remoção de resíduos de poda, bem como o valor cobrado pelos serviços (FATIMA, 2003).

No Estado de São Paulo, alguns municípios como Campinas, Santa Barbara d'Oeste e São Carlos discutem a regulamentação da destinação de resíduos de poda urbana.

O município de Mauá, com a Lei Municipal nº 3.337, de 06 de outubro de 2000 dispõe sobre a obrigatoriedade da empresa responsável concessão da eletricidade a efetuar poda das árvores localizadas sob rede de alta tensão (CORTEZ, 2011).

Estas são algumas iniciativas que fazem parte do cenário de leis específicas aos resíduos sólidos no país. Verifica-se nível nacional, a legislação específica aos resíduos de poda é ainda escassa.

3.5 IMPACTOS DOS RESÍDUOS DE PODA

A resolução do Conama (Conselho Nacional de Meio Ambiente) nº 001, de 23 de janeiro de 1986, considera-se como impacto ambiental qualquer alteração nas propriedades físicas, químicas e biológicas do ambiente, causada por quaisquer ações estéticas e sanitárias sob forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetem: "a saúde, a segurança e o bem estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições do ambiente e a qualidade dos recursos naturais" (CORTEZ, 2011).

Desta forma, os principais impactos ambientais causados pela destinação dos resíduos de poda em diferentes tipos de disposições são os seguintes:

3.5.1 Disposição em Lixões e Aterros

A deposição em lixões e aterros causam impactos sobre a qualidade do ar são consequência do gás de aterro (biogás), constituído principalmente por dióxido de carbono e metano, produzido pela degradação das frações de matéria orgânica depositada nos aterros, na qual se incluem os resíduos de poda (CORTEZ, 2011).

O gás metano exerce um grande impacto no efeito estufa, uma vez que seu potencial de aquecimento global (Global Warm Potential) é 21 vezes maior que o do dióxido de carbono, considerado por muitos pesquisadores o principal contribuinte ao aquecimento por efeito estufa (IPCC, 2007).

Com relação à água, a medida que a água da chuva penetra no aterro, lixiviado contaminado é produzido, o que provoca riscos de contaminação para o solo e as águas superficiais e subterrâneas. A

composição do lixiviado produzido, depende do tipo e quantidade dos resíduos depositados, da idade do aterro, da técnica de compactação e das condições climáticas. Alguns lixiviados contêm altas concentrações de hidrocarbonetos clorados, sais, metais pesados e íons amônio (SMA, 2005).

Nos aterros sanitários, ainda pode ocorrer aparecimento expressivo de animais como insetos, ratos, pássaros, etc., especialmente em regiões tropicais e subtropicais, normalmente vetores de doenças. As coberturas regulares dos resíduos depositados com terra e sua frequente compactação ajudam a afastar os animais (SMA, 2005).

3.5.2 Disposição Direta no Campo

A disposição dos resíduos de poda diretamente no solo (em regiões de mata), não necessariamente caracteriza-se um problema. Pode-se ser considerado até mesmo um impacto ambiental positivo, uma vez que tais resíduos são absorvidos de forma natural pelo ambiente. Porém a disposição dos resíduos *in natura*, isto é, sem prévia trituração, dificulta a absorção pelo solo, tornando o processo de absorção mais demorado (CORTEZ, 2011).

Deste modo, a degradação dos resíduos ocorre naturalmente, incorporando os nutrientes e outros componentes da matéria orgânica ao solo, o que leva a formação de serapilheira, ou seja, a cobertura ou camada de material presente florestas, bosques e campos, e que são compostas por restos de vegetação como folhas, ramos, caules e cascas de frutos em diferentes estágios de decomposição. É de ressaltar, que este processo possui grande importância ambiental, pois essa camada pode ser considerada a principal fonte de nutrientes para ciclagem em ecossistemas florestais e agroflorestais (CORTEZ, 2011).

3.5.3 Combustível em Caldeiras

O uso dos resíduos de poda como combustível em caldeiras, é geralmente utilizado para a geração de vapor. Nestes casos, o resíduo de poda por possuir alto teor de umidade é misturado com outros resíduos de madeira, a fim de melhorar a qualidade do combustível, aumentando seu poder calorífico.

Os impactos relacionados com a utilização desta biomassa como combustível, são relacionados à emissão de material particulado, o que

gera a necessidade do uso de equipamentos de controle de emissões nas caldeiras, como por exemplo, filtros manta e lavadores de gases (CORTEZ, 2011).

Outro impacto relacionado por Pereira (2004), refere-se ao fato de que a queima desses materiais contribui para o efeito estufa, ao liberar para atmosfera parte do carbono que estava fixado na biomassa.

3.5.4 Queimada Descontrolada do Material

Outra destinação observada para os resíduos de poda foram as queimas destes materiais realizadas nos lixões, com o objetivo de diminuir a área ocupada por estes resíduos e tentar resolver a problemática de sua disposição. Muito embora, esta prática pode ocasionar uma série de impactos negativos tanto à saúde pública, quanto ao meio ambiente.

No que se refere à saúde pública, esse procedimento leva produção de gases que interferem diretamente na qualidade do ar, os quais podem conter elementos tóxicos e carcinogênicos (DIAS, 1999).

Além da produção de gases nocivos à saúde humana e a diminuição da visibilidade atmosférica, ocorre também alterações nas propriedades físicas, químicas e biológicas dos solos.

3.5.5 Reutilização

A reutilização dos resíduos de poda foi observada em alguns locais que fazem o uso da matéria e estrutura primárias destes resíduos, para construção de cercas para canteiros e confecção de bancos para parques (CORTEZ, 2011).

Este tipo de prática acaba por impactar positivamente o ambiente, pois propicia um destino sustentável para estes resíduos e diminui os gastos e a demanda por matéria-prima para a construção, muito embora esta reutilização possui limitações.

3.5.6 Compostagem

A compostagem é a melhor opção para disposição dos resíduos de poda, uma vez que esta alternativa tem por objetivo principal a valorização e o reaproveitamento da matéria orgânica contida nos resíduos, dando origem a um produto suficiente estabilizado, designado

"composto" que pode ser aplicado no solo com várias vantagens sobre os fertilizantes químicos (CORTEZ, 2011).

Trata-se portanto de uma forma de atenuar problema dos resíduos sólidos urbanos, conferindo um destino útil aos resíduos orgânicos, evitando a sua acumulação em aterros, melhorando a estrutura físico-química do solo, devolvendo nutrientes ao solo, aumentando a capacidade de retenção de água, permitindo o controle da erosão e evitando o uso de fertilizantes sintéticos (CORTEZ, 2011). Este processo permite tratar os resíduos orgânicos domésticos (restos de comida e resíduos de jardim) bem como os resíduos provenientes da limpeza de jardins e parque públicos.

3.6 VALORIZAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

As valorização de resíduos sólidos pode ser compreendida como a reutilização destes resíduos, de modo que não seja a destinação final em aterros sanitários (BIDONE, 2001).

No Brasil, diversas tentativas de valorização de resíduos sólidos têm sido desenvolvidas por alguns núcleos que estudam resíduos no Brasil.

Nesse contexto, pode-se destacar as principais instituições que desenvolvem pesquisas para o Programa de Saneamento Básico (PROSAB): a Unicamp, com pesquisa voltada para a redução de resíduos sólidos na fonte (embalagens e matéria orgânica); a UFSCar, com trabalho direcionado à reutilização de embalagens plásticas; a EESC/USP, UFMT e Unisinos-IPH/UFRGS, que acompanharam processos de compostagem/vermicompostagem de substratos orgânicos, com propostas finais de reutilização destes. Também nessa linha de pesquisa, merece destaque a UFSC, que realiza estudos com entulhos da construção civil (BIDONE, 2001).

De acordo como Meire (2010), a valorização de resíduos é uma alternativa econômica, social e ambientalmente adequada, como parte integrante do gerenciamento apropriado desses materiais, por reduzir os impactos da extração da matéria-prima, dar um destino ao resíduo e minimizar os impactos ambientais das atividades produtivas, diminuindo a quantidade de resíduos destinada aos aterros, além de gerar novos postos de trabalho.

O sistema atual de gestão no gerenciamento de resíduos sólidos municipais continua a priorizar soluções de "final de tubo", que apresenta avanços limitados na questão da minimização da geração de

resíduos, pois a preocupação maior das administrações ainda se concentra na destinação final dos resíduos e não na prevenção da geração (LOPES, 2003).

O manejo adequado dos resíduos deve ir além da simples deposição ou aproveitamento por métodos seguros aos resíduos gerados, e buscar identificar a causa fundamental do problema, procurando mudar os padrões não sustentáveis de produção e consumo (MEIRA, 2010).

3.6.1 Valorização dos Resíduos de Podas

As formas valorização dos resíduos de podas podem ser divididas em duas linhas: sem aproveitamento energético e com aproveitamento energético.

Em relação ao aproveitamento não energético, podem-se citar a reutilização pela confecção de pequenos objetos de madeira e a reciclagem orgânica através dos processos de compostagem e vermicompostagem (CORTEZ, 2011).

No aproveitamento energético, estão compreendidas as tecnologias relacionadas a processos físicos (briquetagem e pelletização), os processos termoquímicos (combustão, pirólise e gaseificação), além dos processos biológicos (digestão anaeróbica).

Como o foco deste trabalho é a valorização dos resíduos de podas na linha sem aproveitamento energético, será dado ênfase apenas para estes processos.

3.6.1.1 Confecção de Pequenos Objetos de Madeira

Os resíduos de podas podem ser utilizados na produção de pequenos objetos de madeira (POMs) como artigos domésticos, peças decorativas, equipamentos esportivos, objetos artesanais, brinquedos educativos (jogos de memória e de damas, quebra-cabeças), sendo que os galhos de maior diâmetro podem ser empregados na produção de artesanato, utensílios domésticos e mobiliário urbano (CORTEZ, 2011).

Trata-se de uma forma de diminuir o desperdício da madeira e de criar alternativa de geração de renda para trabalhadores não qualificados, capaz de empregar mão de obra de comunidades carentes, capacitar trabalhadores para uma nova profissão, melhorar a autoestima e promover união de pessoas que possam estar subempregadas ou sem ocupação (MEIRA, 2010).

3.6.1.2 *Compostagem de Resíduos de Podas*

A compostagem é um processo de decomposição aeróbia da matéria orgânica pela ação de organismos biológicos, em condições físicas e químicas adequadas. A matéria orgânica pode ser composta por sobras de frutas, legumes, cultivos, além de restos de alimentos, folhas e galhos de poda de árvores, gramas, palha de café, milho, entre outros. Neste processo a matéria orgânica crua é transformada em substâncias húmicas, estabilizadas, com propriedades e características completamente diferentes do material que lhes deu origem, chamado de composto orgânico (KIEHL, 1985).

Como resultados desse processo biológico, são produzidos minerais, que contém nutrientes indispensáveis para as raízes das plantas e húmus, componente necessário para desenvolver as propriedades físicas, físico-químicas e biológicas do solo (KIEHL, 1998). Além disso ocorre a produção de dióxido de carbono (CO₂) e água.

Segundo Kiehl (1998) e Pereira Neto (1996), o processo de compostagem é realizado em três fases distintas:

a) *Fase fitóxica*

A primeira fase, conhecida como fase fitóxica, tem início com a montagem das leiras. Nesta fase ocorre a decomposição da matéria orgânica facilmente degradável, como carboidratos, proteínas, aminoácidos, lipídios, os quais são rapidamente decompostos em água, gás carbônico e nutrientes (compostos de nitrogênio, fósforo, etc.) pelos microorganismo.

Nesta fase ocorre a grande liberação de calor, o que classifica este processo como exotérmico e bio-oxidativo, no qual temperaturas em torno de 40 a 65 °C podem ser verificadas. O material compostado nesta etapa não pode ser aplicado nas plantas, devido à sua alta toxicidade.

b) *Fase de biostabilização*

A segunda fase, conhecida como fase de biostabilização ou semimaturação, ocorre a presença de actinomicetes e fungos. A temperatura diminui para faixa de 30 °C a 45 °C e neste estágio de decomposição, a matéria orgânica não se mostra mais danosa às plantas, mas também não apresenta valor comercial, uma vez que não está humificada.

c) *Fase de humificação*

A terceira fase, conhecida como fase de humificação ou maturação, a celulose e lignina, compostos de difícil degradação, são transformados em substâncias húmicas, que caracterizam o composto. Nesta fase a temperatura diminui para a faixa de 25 °C a 30 °C. A matéria orgânica do húmus (composto) se caracteriza por ser estável e mais resistente à decomposição dos microorganismos. Quando aplicadas no solo, as substâncias húmicas são decompostas lentamente pelos microorganismos, o que libera nutrientes que são utilizados pelas raízes das plantas. A coloração do composto torna-se mais escura e perde o forte cheiro inicial, para conferir odor característico de terra adubada.

A compostagem é considerada um dos métodos mais antigos e eficientes de tratamento e reciclagem da matéria orgânica, praticada empiricamente desde os povos da antiguidade (BIDONE, 2001).

3.6.1.3 *Compostagem de leira estática com aeração natural "Método UFSC"*

Atualmente existem diversos métodos de compostagem, que se diferenciam pelo tipo de aeração, grau de revolvimento, meio de realização, entre outros (TEIXEIRA, 2012).

Os principais métodos de compostagem são: compostagem com revolvimento de leiras, leiras estáticas com aeração forçada, compostagem em sistemas fechados e leiras estáticas com aeração natural (INÁCIO & MILLER, 2009).

Para este trabalho, enfatizou-se no método de leiras estáticas com aeração natural (Método UFSC), uma vez que este é o método atualmente utilizado na COMCAP.

Este método é caracterizado por alcançar altas temperaturas, baixa necessidade de mão de obra, baixo custo de implantação operacional, alto custo de mão de obra, alta suscetibilidade ao clima, porém exige uma menor área para instalação de suas leiras (TEIXEIRA, 2012).

Este método, segundo Inácio & Miller (2009), se caracteriza pelo uso das seguinte técnicas específicas:

- *Formato das leiras*: as paredes das leiras apresentam ângulo perpendicular ao solo (paredes retas), normalmente com utilização da palha;

- *Leiras estáticas*: as leiras permanecem fixas, portanto não são deslocadas como em outros métodos, nem mesmo revolvidas;

- *Densidade do substrato*: alta carga de material estruturante, com alta relação C/N, e com pelo menos 1/3 do volume total;

- *Carga contínua*: novas cargas periódicas, conforme monitoramento da leira. A leira ganha altura ao decorrer do processo;

- *Mistura de camadas*: a cada nova carga, o material da carga anterior (situado mais ao fundo) é misturado a esta nova camada, o que proporciona a inoculação deste novo material (otimização do processo);

- *Cobertura*: uma ampla cobertura da leira com material vegetal, de preferência gramínea. Esta camada tem a função de evitar a exposição a vetores, bem como funcionar como um tampão, o que evita perda de calor da leira.

Este método de compostagem é definido do ponto de vista operacional, como um processo flexível, de baixo custo, que utiliza equipamentos simples, sanitariamente adequados e principalmente por requerer mão de obra reduzida, eliminando o revolvimento periódico da massa do composto (TEIXEIRA, 2012).

A configuração da leira, associada ao sistema de aeração, permitem a permanência de altas temperaturas termofílicas durante o período de 120 dias. O elevado período de exposição dos agentes patogênicos e altas temperaturas, produz um composto orgânico seguro do ponto de vista sanitário (TEIXEIRA, 2012).

Para a otimização do processo, todo manejo é baseado no entendimento dos fatores ecológicos, que afetam a atividade biológica, principalmente a entrada de oxigênio, a umidade, a densidade, a disponibilidade do substrato pela ênfase na arquitetura da leira. Desta forma, procura-se confeccionar a leira de compostagem para que todo o processo ocorra sem a necessidade de intervenção, ou interferência mínima (INÁCIO & MILLER, 2009).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO

O município de Florianópolis, está localizado no estado de Santa Catarina, ao sul do território brasileiro. Florianópolis é dividida em duas porções de terras, nas quais uma refere-se à "Ilha de Santa Catarina" e a outra porção localizada na área continental, conhecida como "Continente". Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, em seu censo demográfico realizado no ano de 2010, a população município de Florianópolis é de 420.240 habitantes e sua área geográfica compreendem 675.409 km², a qual está enquadrada no Bioma da Mata Atlântica.

A capital de Santa Catarina possui um cenário natural diverso constituído de praias, baías, promontórios, costões, restingas, manguezais e dunas, sendo que cerca de 42% de sua área é composto por unidades de conservação (PMF, 2009).

Figura 1: Localização do município de Florianópolis



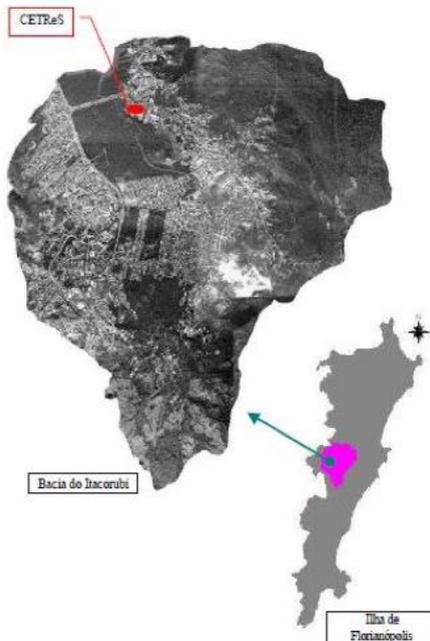
(Fonte: COMCAP, 2013)

4.2 LOCAL DO TRABALHO REALIZADO

O local de realização do presente trabalho foi o Centro de Transferência de Resíduos de Florianópolis - CTReS, unidade esta pertencente à Companhia Melhoramentos da Capital - COMCAP.

O CTReS está localizado na Bacia Hidrográfica do Itacorubi localizada no município de Florianópolis, na região Centro-Oeste da ilha de Santa Catarina. Seu endereço é a Rodovia Admar Gonzaga (SC 404), Km 1, nº 72, Bairro Itacorubi - Florianópolis - SC.

Figura 2: Localização do CTReS na Bacia do Itacorubi



(Fonte: COMCAP, 2013)

A área onde está localizado o CTReS está inserida no Manguezal do Itacorubi, que pertence à Unidade Federal de Santa Catarina - UFSC, conforme Decreto Presidencial Nº 147/67. Entretanto, esta área encontra-se em estágio de regularização através do Processo Nº 11452.001734/98-28 que trata de Cessão de Uso de Área da União, que está em andamento na Secretaria de Patrimônio da União - SPU/SC (COMCAP, 2013).

Esta área compreende o "Antigo Lixão" do Itacorubi, antigo depósito de lixo da cidade, com área de 110.819 m², que teve operação nos anos de 1956 até 1989. Na época em que o processo de deposição de resíduos se iniciou, a região era praticamente isenta de moradias e possuía apenas o Cemitério Municipal São Francisco de Assis, fundado

em 1925. Após a desativação do referido lixão, a área continuou sendo utilizada no processo de gestão dos resíduos sólidos do município de Florianópolis, principalmente devido à sua localização estratégica.

Figura 3: Layout do CTReS



(Fonte: COMCAP, 2013)

4.3 O BENEFICIAMENTO DOS RESÍDUOS DE PODAS NA COMCAP

O programa de beneficiamento dos resíduos de podas na COMCAP, teve início no ano de 2011, quando a companhia, responsável pelo gerenciamento dos resíduos sólidos no município de Florianópolis, decidiu alinhar-se com a Política Nacional de Resíduos Sólidos, instituída pela Lei Federal Nº 12.305 do ano de 2010.

Dentre as diversas diretrizes estabelecidas, a destinação final ambientalmente adequada, como instrumento para evitar danos ou riscos à saúde pública, à segurança e a minimizar os impactos ambientais, podem-se citar a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético de resíduos sólidos.

Direcionada por essas diretrizes, a COMCAP iniciou seus trabalhos de destinação final dos resíduos de podas, na linha da reciclagem destes resíduos, juntamente com os resíduos sólidos orgânicos domésticos, que compreendeu beneficiar estes resíduos com o uso de picadores florestais, os quais transformam os resíduos de podas brutos em um material de menor granulometria, denominado

cavacos, para serem adicionados aos resíduos orgânicos nas leiras do processo de compostagem.

No final do ano de 2010, a companhia, com recursos próprios, investiu em um picador florestal para beneficiar os resíduos de podas que eram encaminhados ao CTReS do Itacorubi. Tratava-se de um picador florestal modelo PDF 320, produzido pela empresa Irmãos Lippel LTDA.

Este picador florestal mostrou-se insuficiente no beneficiamento da elevada quantidade de resíduos de podas recebidas diariamente no CTReS do Itacorubi, por possuir baixa produtividade de cavacos (35 m³/h) e restrição quanto ao diâmetro dos resíduos de podas a serem triturados (260 mm), dados segundo o fabricante.

A baixa produtividade deste equipamento, associada à problemas constantes de manutenção e operação, resultou no acúmulo de uma elevada quantidade de resíduos de podas sem beneficiamento no Pátio de Podas do CTReS.

Diante desta problemática, surgiu a necessidade da aquisição de um equipamento com maior produtividade, o que levou o Departamento Técnico - DPTE da COMCAP, a pleitear recursos junto à fundos do governo federal e estadual, para a aquisição de novos equipamentos e benfeitorias para melhorar as atividades de beneficiamento dos resíduos de podas.

No ano de 2011, a COMCAP elaborou o projeto "Valorização dos Resíduos Sólidos Urbanos no Município de Florianópolis Através do Beneficiamento dos Resíduos de Podas", o qual objetivou pleitear recursos junto ao Fundo de Reconstituição de Bens Lesados - FRBL, do Ministério Público do Estado de Santa Catarina, para a aquisição de um novo picador florestal de maior produtividade, caixas estacionárias do tipo "roll on roll off" e obras civis para o beneficiamento dos resíduos de podas.

No ano de 2013, com aprovação do projeto e a liberação dos recursos pelo Ministério Público do Estado de Santa Catarina, a COMCAP adquiriu um novo picador florestal de maior produtividade e caixas estacionárias do tipo "roll on roll off" para realizar suas atividades de beneficiamento dos resíduos de podas.

Com isto, o antigo picador florestal foi recentemente transferido para a sua Base Norte, localizada no Bairro de Canasvieiras, para iniciar o beneficiamento os resíduos de podas nesta e assim ampliar este projeto.

4.4 O PROJETO "VALORIZAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO MUNICÍPIO DE FLORIANÓPOLIS ATRAVÉS DO BENEFICIAMENTO DOS RESÍDUOS DE PODAS"

O projeto "Valorização dos Resíduos Sólidos Orgânicos no Município de Florianópolis Através do Beneficiamento dos Resíduos de Podas" tem como objetivo geral o beneficiamento e destinação ambientalmente adequada dos resíduos de poda coletados e/ou recebidos pela Companhia Melhoramentos da Capital - COMCAP.

4.4.1 Metas do Projeto

Para atingir este objetivo, a COMCAP estabeleceu metas a serem atingidas. Dentre as metas estabelecidas pela companhia para a realização do programa de beneficiamento dos resíduos podas podem-se citar:

a) Metas Específicas

- Aquisição e instalação de equipamentos adequados para o beneficiamento dos resíduos de podas;
- Execução de obras civis para a área de beneficiamentos dos resíduos de podas;
- Treinamento de operadores para o início da operação;
- Produção de matéria prima para a compostagem pelo processamento de resíduos de podas através do equipamento de beneficiamento.

b) Metas Associadas

- Disponibilização de área e informação da população sobre o local adequado para a deposição de resíduos de podas;
- Destinação correta dos resíduos de podas do município de Florianópolis;
- Destinação adequada dos resíduos de podas estocados atualmente no Aterro de Inertes do Canto do Lamim;
- Destinação adequada dos resíduos de podas do manejo da arborização urbana;
- Destinação adequada dos resíduos de podas da manutenção de rede elétrica e telefônica;

- Diminuição da deposição inadequada de resíduos de podas em áreas como grotas, terrenos baldios e beira de estrada;
- Produção de composto orgânico com o uso de resíduos de podas processados;
- Reutilização de resíduos de podas como composto orgânico para a revitalização de áreas degradadas com retorno de nutrientes ao solo;
- Mitigação de impactos ambientais ao solo, água e ar;
- Incentivo ao verde sustentável nas casas evitando impermeabilização do solo.

4.4.2 Logística Operacional Proposta pelo Projeto

O fluxo geral do processo de beneficiamento dos resíduos podas proposto no projeto envolviam as seguintes etapas:

a) Coleta

A coleta dos resíduos de podas provenientes da limpeza de áreas públicas, seria realizada pela COMCAP com caminhões de sua frota e com mão de obra própria, os quais seriam depositados em duas caixas estacionárias de 30 m³ no Aterro de Inertes do Canto do Lamim, localizado no bairro Canasvieiras, no norte da ilha de Florianópolis até o seu processamento. Outras duas caixas estacionárias de 30 m³ e outra de 20 m³, ficariam no Centro de Transferência de Resíduos Sólidos - CTReS, localizado no bairro Itacorubi. Os resíduos de podas originados por particulares, ou secretarias do município de Florianópolis, seriam depositados nestas mesmas caixas.

b) Transporte até o Aterro de Inertes

O transporte das caixas estacionárias do Aterro de Inertes do Canto do Lamim até o CTReS, com os resíduos de podas beneficiados seria realizado pela COMCAP com caminhões, equipamentos e mão de obra próprios.

As caixas estacionárias com os resíduos de podas beneficiados seriam transportadas até o Pátio de Compostagem localizado no CTReS, os quais seriam agregados aos outros resíduos sólidos orgânicos coletados pela COMCAP para serem reciclados através do processo de compostagem.

c) Armazenagem temporária em local adequado

A armazenagem temporária dos resíduos de podas em seu estado natural ou beneficiados seria realizado nos Pátios de Podas do CTReS e do Aterro do Inertes do Canto do Lamim.

d) Processamento

O processamento dos resíduos de podas seria realizado pelo picador florestal adquirido, o qual transformaria os resíduos de podas brutos em um material de pequena granulometria, compreendida entre 25 e 35 mm de diâmetro, denominado cavacos. Após o beneficiamento, estes resíduos estariam preparados para integrar o processo de compostagem.

A COMCAP estimou necessário que o picador florestal processasse uma quantidade média de 500 m^3 de resíduos de podas por mês.

O picador florestal seria dotado de um motor estacionário à combustível, engate de reboque compatível com seus caminhões e preparação para o transporte rodoviário e deste modo possuir mobilidade urbana.

O equipamento ficaria a maior parte do tempo alocado sob uma estrutura metálica de 15 x 10 x 6 m com colunas treliçadas, em solo coberto por um contrapiso semipermeável, com área de 150 m^2 .

A cobertura teria a finalidade tornar um local de beneficiamento adequado para as atividades sazonais em dias de chuva, o que otimizaria os recursos públicos alocados em despesas operacionais, além de proteger o patrimônio público das intempéries do tempo e ampliar a sua vida útil.

e) Transporte até a área de compostagem

O transporte dos cavacos produzidos nas atividades de beneficiamento dos resíduos de podas e coletados nas caixas estacionárias até o Pátio de Compostagem do CTReS, seria realizado por caminhões adaptados para este fim e mão de obra próprias da COMCAP.

f) Reciclagem da matéria orgânica

A reciclagem da matéria orgânica seria realizada pelo processo de compostagem. A COMCAP realiza o processo de compostagem no

CTReS, desde o ano de 2007, em parceria com a Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, obtida no convênio firmado com a entidade federal, na qual esta disponibiliza o apoio técnico necessário para o correto funcionamento do processo e a companhia um local adequado para este processo.

O método de compostagem utilizado pela COMCAP é o método da "Compostagem Termofílica Aerada de Leira Estática" proposta pelo professor Paul Richard Miller, do Departamento de Engenharia Rural - ENR, do Centro de Ciências Agrárias - CCA.

g) Produção do composto orgânico pronto para aplicação

Com o término do processo de compostagem, no qual ocorre a completa estabilização da matéria orgânica, ocorre a formação do composto orgânico. Este material é classificado como um condicionador de solo agrícola pelo Ministério da Agricultura do Brasil e pode ser utilizado com segurança para a produção de alimentos e outras espécies vegetais.

h) Utilização da matéria transformada

O composto orgânico produzido durante o processo de compostagem, seria utilizado para a adubação de hortas escolares da rede municipal de ensino; na manutenção de praças e jardins do município e no caso de excedente, comercializado sem fins lucrativos, com o intuito de custear os custos operacionais do programa.

Com o intuito de dinamizar o fluxo do processo de beneficiamento dos resíduos de podas no município de Florianópolis e conferir um maior aproveitamento energético dos processos inerentes à destinação final desses resíduos, a COMCAP avaliou a necessidade de mobilidade do picador florestal, este que, deveria ser móvel.

Isto permitiria a movimentação do equipamento dentro da estrutura da companhia, assim como nas vias públicas do município e assim conferir autonomia nas ações de beneficiamento dos resíduos de podas.

O picador florestal teria mobilidade entre as bases operacionais atualmente existentes e em operação na COMCAP como a Base Norte, conhecida como "Motorhome" e Aterro de Inertes do Canto do Lamim, localizadas no Bairro Canasvieiras, a Base Sul localizada no Bairro Morro das Pedras, além do Centro de Transferência de Resíduos Sólidos - CTReS, localizado no bairro Itacorubi.

Como consequência da mobilidade do picador florestal entre as estruturas da companhia, seria possível acumular resíduos de podas nos extremos norte e sul da Ilha de Florianópolis, para posterior transporte do equipamento até a base operacional em questão e assim beneficiar os resíduos de podas sem a necessidade do transporte dos resíduos de podas brutos até o CTReS do Itacorubi.

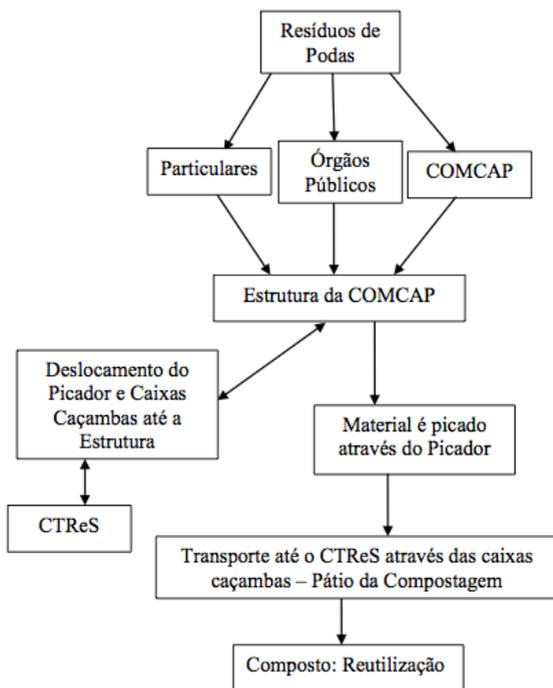
Isto economizaria recursos, uma vez que os resíduos de podas beneficiados ocupam volumes 7 a 10 vezes menores quando em seu estado natural, o que economizaria combustível de transporte e diminuiria a emissão de gases emitidos pelos equipamentos de transporte em comparação com os resíduos de podas transportados em seu estado natural.

Com relação a logística de utilização das caixas estacionárias, enquanto algumas das caixas seriam utilizadas para receber os resíduos de podas em seu estado natural nos Pontos de Entregas Voluntários - PEVs, outras seriam utilizadas para transportar o material beneficiado até o CTReS, para integrarem o processo de compostagem.

O picador florestal poderia ficar nessas bases operacionais em espaços de tempos a serem determinados, com o intuito de beneficiar todos os resíduos de podas coletados e acumulados, o que promoveria também a valorização energética dos processos uma vez que o equipamento atuaria próximo da fonte geradora. A Figura 4 apresenta um fluxograma do processo de beneficiamento dos resíduos de podas que seriam beneficiados pela mobilidade autonomia do picador florestal.

Figura 4: Fluxograma do projeto

VALORIZAÇÃO DOS RESÍDUOS ORGÂNICOS



(Fonte: COMCAP, 2013)

Deste modo, a COMCAP espera solucionar a problemática ambiental associada aos resíduos de podas de modo a permitir uma correta destinação final destes resíduos, o que enquadraria este projeto na gestão sustentável dos resíduos sólidos urbanos no município de Florianópolis.

i) Cronograma de Execução

A Tabela 1 apresenta o cronograma de execução do projeto de beneficiamento dos resíduos de podas:

Tabela 1: Cronograma de execução do projeto

Metas	Mês					
	1	2	3	4	5	6
1. Processo de Aquisição do Equipamento	X	X	X	X	X	
2. Instalação do Equipamento					X	
3. Início da Operação do Equipamento						X
4. Treinamento de Funcionários					X	
5. Processo de Contratação de Serviço para o Piso, Cobertura e Instalações Elétrica	X	X				
6. Execução de Serviço para o Piso, Cobertura e Instalações Elétrica			X	X		
7. Orientação da População sobre o Funcionamento do Projeto					X	X
8. Produção de matéria prima para Compostagem						X

(Fonte: COMCAP, 2013)

Os projeto "Valorização dos Resíduos Sólidos Orgânicos no Município de Florianópolis Através do Beneficiamento dos Resíduos de Podas" foi elaborado em 2011, quando o mesmo foi enviado para aprovação do Ministério Público do Estado de Santa Catarina o Fundo de Reconstituição de Bens Lesados - FRBL.

Problemas administrativos resultaram no atraso da aprovação do projeto, porém possibilitaram sua reestruturação, quanto então foi aprovado no ano de 2012, o que permitiu o início dos procedimentos administrativos para a aquisição dos equipamentos solicitados, através de processos licitatórios.

No ano de 2013, foram adquiridos o novo picador florestal e cinco caixas estacionárias com capacidade de 20 e 30 m³, entregues no CTReS. Iniciou-se então o período de testes operacionais com o novo picador florestal, encerrado o qual encontra-se em andamento.

4.5 METODOLOGIA

A metodologia utilizada para o desenvolvimento deste trabalho foi a análise das práticas de gerenciamento dos resíduos de podas realizadas pela COMCAP e análise dos indicadores do beneficiamento dos resíduos de podas produzidos na operação do antigo picador florestal, com os indicadores produzidos com o novo picador florestal.

Analisou-se também a logística operacional praticada na COMCAP, com a proposta inicial do projeto, além de sua eficiência na gestão dos resíduos de podas.

Deste modo, foi possível acompanhar diariamente as atividades relacionadas com o beneficiamento dos resíduos de podas na companhia.

O estágio supervisionado iniciou-se no dia 9 de setembro de 2013 e encerrou-se no dia 11 de março de 2014, com duração de aproximadamente 6 meses, realizado no Centro de Transferência de Resíduos Sólidos de Florianópolis - CTReS.

Foram realizados registros diários das atividades beneficiamento dos resíduos de podas com fotografias, elaboração de tabelas e procedimentos que serviram de material para a realização deste trabalho.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste tópico serão apresentados os resultados e discussões do programa de beneficiamento dos resíduos de podas.

Durante esta etapa do trabalho procurou-se analisar os indicadores das atividades de beneficiamento, obtidos no banco de dados da COMCAP. Realizaram-se cálculos e estimativas com os indicadores disponíveis, para então realizar-se comentários pertinentes.

Após a etapa de análise dos resultados, realizou-se um levantamento das principais problemáticas observadas durante o período de acompanhamento das atividades de beneficiamento dos resíduos de podas no CTReS, para então discorrer sobre os comentários gerais sobre este programa.

Foi possível realizar as estimativas do beneficiamento do resíduos de podas apenas para os anos de 2012 e 2013, uma vez que para o ano de 2011 não há o registro desses indicadores.

5.1.1 O Beneficiamento dos Resíduos de Podas

5.1.1.1 Equipamentos utilizados no beneficiamento dos resíduos de podas

Os equipamentos disponíveis no CTReS, utilizados para o beneficiamento dos resíduos de podas são:

- 1 picador florestal móvel de baixa produtividade;
- 1 trator agrícola;
- 1 picador florestal móvel de alta produtividade;
- 1 trator do tipo pá carregadeira
- 1 caminhão basculante
- 4 caixas estacionárias de 30 m³;
- 1 caixa estacionária de 20 m³;
- 1 mesa afiadora de lâminas;
- ferramentas manuais;
- equipamentos de proteção individual (EPI).

a) Picador Florestal PDF 320

O picador florestal PDF 320 foi o primeiro equipamento adquirido pela COMCAP para o beneficiamento dos resíduos de podas,

no final do ano de 2010. Este equipamento é um picador de madeira florestal a disco móvel, modelo PDF 320 HDR-EA, fabricado pela empresa Irmãos Lippel LTDA.

Trata-se de um implemento agrícola acoplado a um chassi móvel (reboque), conectado à tomada de força de um trator agrícola, responsável por conferir força motriz ao equipamento. Para acionar o equipamento, é necessário o trator agrícola estar em funcionamento.

Os resíduos de podas são depositados em uma esteira mecânica de alimentação com 1,20 m de comprimento, que encaminha os resíduos para a câmara de trituração.

A câmara de trituração é um compartimento composto com um disco de corte e duas lâminas de aço carbono temperado acopladas, distantes 180°, que giram em alta velocidade (1000 RPM) e trituram os resíduos de podas instantaneamente.

O tubo de descarga possui altura 4,20 metros de altura, com capacidade giratória de 360°, com um defletor em sua extremidade para o controle da distância de descarga.

Este equipamento tem capacidade de triturar toras de madeira com até 260 mm de diâmetro e possui uma produtividade média de 35 m³/h de cavacos.

Com a chegada do novo picador florestal, este equipamento foi encaminhado para a unidade da Base Norte da COMCAP, localizada no bairro Canasvieiras, para beneficiar os resíduos de podas que são destinados à esta unidade da COMCAP.

Figura 5: Picador florestal PDF 320 (a)



(Fonte: COMCAP, 2013)

Figura 6: Picador florestal PDF 320 (b)



(Fonte: COMCAP, 2013)

Figura 7: Picador florestal PDF 320 (c)



(Fonte: COMCAP, 2013)

b) Trator Agrícola

O trator agrícola utilizado para o acionamento e transporte do picador florestal PDF 320, é um trator agrícola da marca Massey Ferguson, modelo MF 4292, ano 2010.

Este equipamento agrícola possui um motor a diesel com potência de 105 CV, com tração 4x4, o qual foi adquirido juntamente com o antigo picador florestal.

O trator agrícola possui um sistema de engate, denominado de "terceiro ponto" o qual é um sistema de transmissão conectado ao eixo cardã do motor deste veículo. O eixo cardã é responsável pela transmissão do torque do motor do trator ao picador florestal, o que faz com que seu sistema de corte entre em funcionamento.

Atualmente este equipamento encontra-se na Base Norte da COMCAP juntamente com picador florestal PDF 320.

Figura 8: Trator agrícola Massey Ferguson 4292 (a)



(Fonte: COMCAP, 2013)

Figura 9: Trator agrícola Massey Ferguson 4292 (b)



(Fonte: COMCAP, 2013)

c) Picador Florestal PFL 400x700

O picador florestal PFL 400x700 é o novo picador florestal adquirido no ano de 2013 pela COMCAP, com recursos do Fundo de Reconstituição de Bens Lesados - FRBL, para substituir o antigo

picador florestal PDF 320 nas atividades de beneficiamento dos resíduos de podas na companhia.

Este equipamento é um picador florestal agrícola à rotor, acoplado a um chassi móvel (reboque), que possui um motor estacionário à diesel, com potência de 392 CV, o qual confere autonomia para seu funcionamento, ao contrário do antigo picador florestal, que necessitava de um trator agrícola para o seu funcionamento.

Trata-se de um equipamento de grande porte e alta capacidade de trituração dos resíduos de podas. Ele possui capacidade para triturar toras de madeira com até 370 mm de diâmetro e possui uma produtividade média de 70 m³/hora de cavacos.

O PFL 400x700 possui uma esteira de alimentação mecânica dos resíduos de podas, com comprimento de 3,0 m, a qual direciona os resíduos para a câmara de trituração.

A câmara de trituração possui um rotor de corte com diâmetro de 70 mm, com 8 lâminas de aço carbono temperado acopladas aos pares ao longo de sua distantes 45° uma das outras e uma peneira metálica com granulometria de 60 mm. O rotor de corte é movimentado em alta rotação (1800 RPM), responsável pela trituração instantânea dos resíduos de podas e transporte dos cavacos pela peneira metálica para uma câmara de inércia.

A câmara de inércia possui um sistema de extração dos cavacos composta por 2 roscas de direcionamento e um ejetor de inércia com 1620 mm de diâmetro, responsável pelo transporte dos cavacos para o duto de descarga.

O duto de descarga possui altura 5 metros descarga e um defletor um sua extremidade para controlar a distância de descarte dos cavacos. Este duto é giratório em 270° e dobrável hidráulicamente.

Figura 10: Picador florestal PFL 400 x 700 (a)



(Fonte: COMCAP, 2013)

Figura 11: Picador florestal PFL 400 x 700 (b)



(Fonte: COMCAP, 2013)

Figura 12: Picador florestal PFL 400 x 700 (c)



(Fonte: COMCAP, 2013)

d) Caminhão Basculante

A COMCAP possui um caminhão basculante, integrante de sua antiga frota de veículos, o qual é o atualmente utilizado no beneficiamento dos resíduos de podas do CTReS do Itacorubi.

Este veículo é um caminhão da marca Mercedes Benz modelo L608, ano 1977, do tipo caçamba basculante, com capacidade de armazenamento de 4 m³.

Figura 13: Caminhão basculante Mercedes Benz L608



(Fonte: COMCAP, 2013)

Com o intuito de aumentar a capacidade de armazenamento deste veículo, a COMCAP fez uma adaptação em sua carroceria. Foram instaladas tábuas madeira descartadas em sua Área de Transbordo e Triagem - ATT, o que aumentou a altura da caçamba basculante em 40 cm. Deste modo, este veículo passou a ter uma capacidade de armazenamento de 7 metros cúbicos de cavacos triturados.

Figura 14: Adaptação da caçamba basculante (a)



(Fonte: COMCAP, 2013)

Figura 15: Adaptação da caçamba basculante (b)



(Fonte: COMCAP, 2013)

e) Caixas estacionárias

Para o armazenamento dos resíduos de podas utilizados nas atividades de beneficiamento dos resíduos de podas, a COMCAP adquiriu com recursos do FRBL, 4 caixas estacionárias de 30 m³ e 1 caixa estacionária de 20 m³.

Essas caixas estacionárias são caixas metálicas do tipo "roll on roll off", com abertura traseira que serão utilizadas para coleta e transporte dos resíduos de podas.

Para a coleta dos resíduos de podas, a COMCAP pretende disponibilizar essas caixas estacionárias em seus PEVs que estão sendo

implantados em suas unidades. Atualmente, a COMCAP dispõe de um PEV em operação no CTReS do Itacorubi.

Essas caixas estacionárias também serão utilizadas para a armazenagem dos cavacos, devido a sua elevada capacidade de armazenamento e facilidade de transporte.

Atualmente essas caixas não estão em uso, pelo fato de que o veículo necessário para seu transporte, aguarda a instalação de um guincho mecânico para elevar estas caixas ao chassi do caminhão. Este equipamento encontra-se em processos administrativos licitatórios para sua aquisição.

Figura 16: Caixas estacionárias de 30 m³



(Fonte: COMCAP, 2013)

Figura 17: Caixas estacionárias de 20 e 30 m³



(Fonte: COMCAP, 2013)

f) Pá carregadeira

Para dar apoio as atividades de beneficiamento dos resíduos de podas, a COMCAP dispõe de um trator do tipo pá carregadeira Michigan, ano 1977.

Este equipamento é utilizado para a organização dos resíduos de podas no Pátio de Podas, para alimentação dos resíduos de podas no picador florestal (quando realizada mecanicamente), para descarregar resíduos de podas que chegam em caminhões não basculháveis no Pátio de Podas, para descarregar os resíduos sólidos orgânicos (domésticos e de podas) nas leiras de compostagem, entre outras atividades.

Figura 18: Trator pá carregadeira Michigan (a)



(Fonte: COMCAP, 2013)

Figura 19: Trator pá carregadeira Michigan (b)



(Fonte: COMCAP, 2013)

g) *Mesa afiadora de lâminas*

A mesa afiadora de lâminas é um equipamento indispensável para as atividades de beneficiamento dos resíduos de podas. As lâminas de corte dos picadores florestais perdem o seu fio de corte rapidamente ao decorrer do funcionamento destes equipamentos.

Materiais como areia, pequenos pedregulhos e até metais, são frequentemente encontrados misturados aos resíduos de podas descartados. Estes materiais danificam seriamente as lâminas dos picadores florestais.

Mesmo com os resíduos de podas isentos de contaminantes, as lâminas apresentam desgastes do seu fio de corte ao triturar os resíduos. Deste modo, é necessário realizar a afiação destas lâminas frequentemente.

Para a afiação das lâminas dos picadores, a COMCAP adquiriu juntamente com o antigo picador florestal, uma mesa afiadora de lâminas manual, modelo AFL 600, fabricada pela empresa Irmãos Limpe LTDA.

Este equipamento possui um suporte de fixação das lâminas e um cabeçote de afiação com motor e uma pedra de afiação com avanço manual sobre um trilho que ao passarem pelas lâminas, conferem afiação às mesmas.

A mesa afiadora possui ajuste do ângulo de posicionamento das lâminas e refrigeração com água, para não superaquecer as lâminas durante este procedimento e assim danificara estrutura metálica temperada das têmperas dessas lâminas.

Figura 20: Mesa afiadora de lâminas



(Fonte: COMCAP, 2013)

h) Ferramentas Manuais

Para auxiliar as atividades de beneficiamento dos resíduos de podas, algumas ferramentas manuais são necessárias. Dentre as ferramentas manuais que a COMCAP possui e que são utilizadas, podem-se citar pás de conchas, enxadas, ancinhos e forquilhaos de 3 ou 4 pontas.

Os forquilhaos são as ferramentas manuais mais utilizadas nestas atividades, uma vez que facilitam a alimentação dos resíduos de podas manualmente na esteira de alimentação do picador florestal.

As pás de conchas, enxadas e ancinhos possuem caráter secundário nas atividades de beneficiamento dos resíduos de podas, utilizadas poucas vezes no decorrer destas atividades.

i) Equipamentos de Proteção Individual - EPI

O uso de equipamentos de proteção individual - EPI, torna-se obrigatório em atividades que possam apresentar riscos de acidentes de trabalho.

As atividades de beneficiamento dos resíduos de podas, são consideradas como atividades de alto risco de acidente de trabalho. Deste modo, para a proteção dos funcionários envolvidos, é recomendado o uso obrigatório de equipamentos de proteção individual como capacetes, protetores faciais, protetores auriculares do tipo concha e luvas emborrachadas.

5.1.1.2 Mão-de-obra envolvida no Beneficiamento dos Resíduos de Podas

A mão-de-obra disponível no CTReS do Itacorubi para as atividades de beneficiamento dos resíduos de podas é composta pela seguinte relação funcionários: gerente geral, encarregado de setor, operador de máquinas e auxiliares operacionais.

a) Gerente Geral

O gerente geral é o funcionário responsável pelo gerenciamento de todas as atividades realizadas no CTReS do Itacorubi. Ele gerencia as atividades de transbordo, de beneficiamento dos resíduos de podas, de compostagem, de manutenção e conservação do espaço físico

(roçagem) entre outras. O CTReS do Itacorubi possui 1 gerente geral em regime de trabalho de 40 horas semanais.

b) Encarregado de Setor

O encarregado de setor é o funcionário responsável pela supervisão do setor a ele direcionado. Atualmente o CTReS do Itacorubi possui 4 encarregados de setor, dentre eles, um encarregado pelo beneficiamento dos resíduos de podas.

O encarregado pelo setor de beneficiamento dos resíduos de podas é o responsável pela coordenação das operações envolvidas neste setor e possui regime de trabalho de 40 horas semanais.

c) Operador de Máquinas

O operador de máquinas é o funcionário responsável pela operação de equipamentos de grande porte, como tratores e caminhões.

Atualmente no CTReS possui 1 operador de máquinas, que opera a pá carregadeira e outros equipamentos de grande porte nas mais diversas atividades realizadas diariamente nesta unidade.

Este funcionário possui regime de trabalho de 40 horas semanais e quando necessário, atua nas atividades de beneficiamento dos resíduos de podas.

d) Auxiliar Operacional

O auxiliar operacional é o funcionário responsável pela operação das atividades realizadas no CTReS. Eles realizam atividades de roçada, limpeza, capina, transbordo, compostagem, beneficiamento nos resíduos de podas, entre outras.

No beneficiamento dos resíduos de podas, estes funcionários são responsáveis pela triagem e alimentação destes resíduos na esteira de alimentação do picador florestal. Os auxiliares operacionais realizam jornadas de trabalho de 30 horas semanais.

Atualmente, para as atividades de beneficiamento dos resíduos de podas, são destinados 1 encarregado de setor e 2 auxiliares operacionais fixos. Eventualmente, de acordo com a necessidade, mais auxiliares operacionais adicionais são destinados para dar apoio a estas atividades.

5.1.2 Etapas do Processo de Beneficiamento dos Resíduos de Podas

5.1.2.1 Entrada dos Resíduos de Podas

Os resíduos de podas no município de Florianópolis são diariamente gerados nas atividades de manutenção e conservação da arborização urbana, de jardins e espaços verdes, bem como das atividades de limpeza urbana.

Deste modo, pode-se dividir os geradores de resíduos em dois grandes grupos: Poder Público e Iniciativa Privada.

a) Poder Público

O Poder Público é compreendido pelas entidades de direito público, que podem ser de competência federal, estadual e municipal.

No município de Florianópolis, a Fundação do Meio Ambiente de Florianópolis - FLORAM é responsável pela manutenção e conservação da arborização urbana em vias e logradouros públicos do município.

A FLORAM é responsável pelas podas de árvores quando estas apresentem riscos às edificações, ao tráfego de veículos (ruas e avenidas) e aos pedestres (calçadas). Ela ainda é responsável pela manutenção e conservação de jardins e espaços verdes praças e escolas municipais. Os resíduos de podas gerados por suas atividades, são encaminhados para o CTReS.

A Companhia Melhoramentos da Capital - COMCAP, como entidade mista de capital majoritário público, é responsável pelas atividades limpeza urbana do município de Florianópolis. Ela gera resíduos de podas diariamente decorrentes de suas atividades de roçadas, capinas e varrição das vias públicas. Esses resíduos também são enviados ao CTReS, onde quando possíveis, são utilizados no beneficiamento dos resíduos de podas e no processo de compostagem.

A Centrais Elétricas de Santa Catarina - CELESC, também merece destaque na geração de resíduos de podas no município de Florianópolis. A CELESC é responsável pela manutenção da arborização urbana, quando esta apresenta riscos para suas redes de energia elétrica, a qual gera quantidades consideráveis de resíduos de podas em suas atividades.

No passado, a CELESC destinava seus resíduos de podas para o antigo Aterro de Inertes do Monte Verde, o qual não encontra-se mais em operação.

Atualmente, a CELESC não destina seus resíduos de podas para as unidades da COMCAP, uma vez que este serviço passou a ser cobrado e segundo a CELESC, os custos para a disposição final dos resíduos de podas no CTReS encareciam suas atividades.

Como a manutenção arbórea de redes elétricas realizado pela CELESC atualmente é terceirizado, ficam sob a responsabilidade dessas empresas particulares destinarem estes resíduos adequadamente.

Outras entidades de cunho federal que merecem destaque, seriam as forças armadas. A Marinha e o Exército, os quais possuem bases operacionais na Grande Florianópolis geram quantidades consideráveis de resíduos de podas em suas unidades, os quais são destinados ao CTReS.

Pelo fato do poder público gerar grandes quantidades de resíduos de podas, estas entidades são consideradas grandes geradores de resíduos de podas no município de Florianópolis.

b) Iniciativa Privada

A iniciativa privada é composta pelas empresas prestadoras de serviços de manutenção e conservação de jardins e espaços verdes e pelos municípios do município de Florianópolis.

Devido ao clima propício para o crescimento de espécies vegetais, este mercado é bastante desenvolvido no município. Existem diversas empresas particulares que prestam este tipo de serviço de modo formal e informal.

Essas empresas são consideradas grandes geradores de resíduos de podas e não necessariamente destinam seus resíduos de podas ao CTReS. Muitas delas ainda não sabem da existência do programa de beneficiamento dos resíduos de podas realizado pela COMCAP.

Porém, cerca de 30 empresas particulares deste setor destinam os resíduos de podas gerados em suas atividades no CTReS.

Neste caso, é cobrado um valor de R\$ 0,05 por quilograma de resíduo de poda destinado. Esta cobrança é realizada com o objetivo subsidiar os custos operacionais das atividades de beneficiamento dos resíduos de podas.

Há ainda os municípios, que realizam a manutenção e conservação dos jardins de suas residências. Neste caso, quando os resíduos são encaminhados CTReS, ao depender de sua quantidade, os mesmos não são cobrados por sua destinação final.

A COMCAP possui um Ponto de Entrega Voluntário - PEV de resíduos sólidos nesta unidade, no qual os municípios podem destinar

até 1 m³ de resíduos sólidos de diversas classes por dia, inclusive os de podas, desde que separados, sem custo. Porém, companhia estabelece um limite de 4 dias por mês para cada município. Após o quarto dia de deposição de resíduos sólidos no PEV, este passará a ser cobrado.

A COMCAP adotou a política de Pontos de Entrega Voluntários - PEVs recentemente, com o objetivo de incentivar a população do município de Florianópolis a participar do seu programa de Coleta Seletiva e assim diminuir custos e problemas operacionais para a coleta destes resíduos.

Figura 21: Entrada do PEV do CTReS



(Fonte: COMCAP, 2013)

Figura 22: Recepção do PEV no CTReS



(Fonte: COMCAP, 2013)

5.1.2.2 Roteiros de Coleta utilizados para o Resíduos de Podas

Para a coleta de resíduos sólidos, ou para o recebimento de resíduos sólidos no CTReS do Itacorubi, a COMCAP, possui um sistema de roteiros de coleta.

Estes roteiros integram o "Sistema de Gerenciamento de Produção de Resíduos Sólidos" da companhia, gerenciado por um software elaborado pela e empresa Intelli BR.

A Tabela 2, relaciona os roteiros de coleta com o tipo de resíduo e sua origem, utilizados para o gerenciamento dos resíduos sólidos que compõe o programa de beneficiamento dos resíduos de podas da COMCAP:

Tabela 2: Roteiros de coleta para os resíduos de podas

ROTEIRO	RESÍDUOS	ORIGEM
COPE	Resíduos Orgânicos	Municípes
COPRC	Resíduos de Capina	Roçagem COMCAP
COPRP	Palhada	CEASA-SJ
COPRS	Serragem	Hípica SC 401
COG	Galhada	Intendências, PMF e COMCAP
COGC	Galhada	Empresas de Jardinagem
COGFLO	Galhada	FLORAM
SOUN	Resíduos Orgânicos	Associação Orgânica
SODC	Resíduos Orgânicos	Direto do Campo

(Fonte: COMCAP, 2013)

a) COPE

Roteiro de coleta utilizado para os resíduos sólidos orgânicos domésticos, que são entregues pelos municípes no PEV do CTReS do Itacorubi. Estes resíduos tem como destinação final o processo de compostagem nesta unidade.

b) COPRC

Roteiro de coleta utilizado para os resíduos de capinas gerados nas atividades de roçagem da COMCAP dos logradouros públicos encaminhados ao CTReS do Itacorubi. Estes resíduos são compostos basicamente por folhagens de capins e outras espécies picadas e possuem como destinação final o processo de compostagem. A palhada da roçagem é utilizada como cobertura da última camada da leira de compostagem.

c) COPRP

Roteiro de coleta utilizado para os resíduos sólidos orgânicos da Centrais de Abastecimento - CEASA do município de São José. Estes resíduos possuem como destino final o processo de compostagem no CTReS do Itacorubi.. Atualmente a coleta dos resíduos sólidos orgânicos do CEASA de São José estão suspensas.

d) COPRS

Roteiro de coleta utilizado para as serragens utilizadas como "cama de animais" para os cavalos na Sociedade Hípica Catarinense de Florianópolis. Este roteiro deixou de ser utilizado, para ser utilizado para os resíduos de podas beneficiados (cavacos), uma vez que o convênio com a Hípica de Florianópolis foi encerrado.

e) COG

Roteiro de coleta utilizado para os resíduos de podas das Intendências de Florianópolis, como a Prefeitura Municipal de Florianópolis - PMF e a COMCAP. Estes resíduos são destinados ao Pátio de Podas do CTReS do Itacorubi, para posterior beneficiamento.

f) COGC

Roteiro de coleta utilizado para os resíduos de podas gerados por empresas particulares de manutenção e conservação de jardins e espaços verdes e pelos municípios encaminhados ao CTReS do Itacorubi. Estes resíduos são destinados ao Pátio de Podas, para posterior beneficiamento.

g) COGFLO

Roteiro de coleta utilizado para os resíduos de podas gerados pela Fundação do Meio Ambiente de Florianópolis - FLORAM encaminhados ao CTReS do Itacorubi. Estes resíduos são destinados ao Pátio de Podas para posterior beneficiamento.

h) SOUN

Roteiro de coleta utilizado para os resíduos sólidos orgânicos de restaurantes e grandes geradores, coletados pela Associação Orgânica

de Florianópolis encaminhados ao CTReS do Itacorubi. Estes resíduos são destinados ao Pátio de Compostagem para posterior compostagem.

i) SODC

Roteiro de coleta utilizado para os resíduos sólidos orgânicos dos centros de distribuição "Direto do Campo" do município de Florianópolis encaminhados ao CTReS do Itacorubi. Estes resíduos são destinados ao Pátio de Compostagem para posterior compostagem.

5.1.2.3 *Pesagem dos Resíduos de Podas*

Todos os resíduos sólidos que entram no CTReS do Itacorubi são obrigatoriamente pesados. A pesagem é realizada em uma balança mecânica com capacidade para 30 toneladas com controle digital.

Nesta unidade são pesados e registrados os resíduos sólidos coletados pelos veículos da COMCAP e veículos particulares autorizados. A edificação da balança possui uma área de 10 m² para a cabine de controle e a prancha de pesagens possui dimensões de 2,5 x 1,8 metros.

Figura 23: Balança de pesagem do CTReS



(Fonte: COMCAP, 2013)

Figura 24: Antiga balança de pesagem do CTReS



(Fonte: COMCAP, 2013)

Durante a pesagem, o balanceiro é responsável por coletar as informações sobre a procedência dos resíduos de podas, como origem, classificação, bem como o identificar o responsável pelos resíduos de podas.

Nesta pesagem inicial, realizada com o veículo carregado com os resíduos de podas, obtêm-se a o peso bruto do veículo em quilogramas. Este indicador é necessário para obter o peso líquido dos resíduos de podas, obtido com a segunda pesagem deste veículo após este descarregar seus resíduos no Pátio de Podas.

Após a pesagem, este veículo é encaminhado para o Pátio de Podas, para descarte dos resíduos de podas sob a supervisão de um encarregado de setor.

Em alguns casos, quando a quantidade de resíduos de podas é muito elevada e o veículo em questão não for basculante, a COMCAP disponibiliza um trato do tipo pá carregadeira para auxiliar no descarte destes resíduos.

Após o descarte, o veículo em questão dirige-se novamente para a balança para a segunda pesagem, para então ser determinado o peso líquido dos resíduos de podas descartados.

Para obter-se o peso líquido dos resíduos de podas, ou de qualquer resíduo sólido que seja encaminhando ao CTReS do Itacorubi, pode-se utilizar a seguinte Equação:

$$\textit{Peso líquido} = \textit{Peso bruto carregado} - \textit{Peso bruto descarregado}$$

Onde,

Peso_{Líquido} = peso do resíduo sólido em questão (kg)

Peso_{bruto carregado} = peso do veículo carregado na 1ª pesagem (kg)

Peso_{bruto descarregado} = peso do veículo descarregado na 2ª pesagem (kg)

A balança possui um software integrado ao software de gerenciamento dos resíduos do CTReS do Itacorubi o qual determina automaticamente o peso líquido dos resíduos de podas após a segunda pesagem. Após a pesagem, os indicadores são incluídos no sistema de gerenciamento dos resíduos sólidos pelo próprio balanceiro.

No caso dos veículos da frota da COMCAP, este programa possui cadastrado todos os motoristas da companhia, além da pesagem original, chamada de "peso tara" de seus respectivos veículos. Neste caso, não há a necessidade de realizar-se a segunda pesagem, após o descarte dos resíduos de podas.

Ainda nesta situação, são emitidas duas etiquetas após a pesagem, a qual uma é colada na ficha de controle de atividades do motorista, que fica em posse do mesmo e a segunda é utilizada pelo balanceiro para registro manual da pesagem.

5.1.2.4 Armazenagem dos Resíduos de Podas

Os resíduos de podas em seu estado bruto ou natural, são armazenados num local exclusivo para este tipo de resíduo, denominado Pátio de Podas.

Este pátio do CTReS do Itacorubi possui uma área de aproximadamente 620 m², onde ocorre o funcionamento do picador florestal para beneficiar os resíduos de podas descartados. O piso do Pátio de Podas é coberto de barro compactado, uma vez que o local em questão foi utilizado para o aterramento de resíduos sólidos do município de Florianópolis no passado.

De acordo com a COMCAP, o piso deste local será impermeabilizado com lajotas sextavadas de concreto e coberto com uma estrutura metálica, para conferir abrigo das intempéries climáticas para as atividades de beneficiamento de resíduos de podas.

Atualmente, o Pátio de Podas encontra-se em processo de limpeza dos resíduos de podas que se acumularam desde o início do programa de beneficiamento dos resíduos de podas em 2011, pelo fato do antigo picador florestal, não ter capacidade de beneficiar a elevada

quantidade de resíduos de podas que eram descartadas diariamente no CTReS do Itacorubi.

Figura 25: Pátio de Podas do CTReS(a)



(Fonte: COMCAP, 2013)

Figura 26: Pátio de Podas do CTReS (b)



(Fonte: COMCAP, 2013)

Figura 27: COMCAP descarregando resíduos de podas



(Fonte: COMCAP, 2013)

Figura 28: Município descarregando resíduos de podas



(Fonte: COMCAP, 2013)

Figura 29: Marinha descarregando resíduos no Pátio de Podas



(Fonte: COMCAP, 2013)

Figura 30: Empresa particular descarregando resíduos no Pátio de Podas



(Fonte: COMCAP, 2013)

5.1.2.5 *O Beneficiamento dos Resíduos de Podas*

O beneficiamento dos resíduos de podas, é a etapa na qual os resíduos de podas passam por um tratamento para serem utilizados como matéria-prima no processo de compostagem.

Neste tratamento, os resíduos de podas em seu estado natural são triturados pelo picador florestal, que confere a estes resíduos uma granulometria média de 25 a 35 mm.

O beneficiamento dos resíduos de podas, pode ser dividido em 3 etapas:

a) Alimentação dos Resíduos de Podas

A alimentação dos resíduos de podas na esteira de alimentação do picador florestal pode ser realizada de modo manual, ou mecânico.

A esteira mecânica é movimentada por motor hidráulico que direciona os resíduos de podas para a câmara da trituração.

- *Alimentação Manual*

A alimentação manual é realizada manualmente pelos auxiliares operacionais, os quais carregam os resíduos de podas para a esteira de alimentação de resíduos com suas próprias mãos ou com o auxílio de um forcado agrícola.

Por motivos de segurança, é recomendado pelo fabricante do equipamento, que este tipo de alimentação seja realizada somente pela lateral da esteira de alimentação a fim de evitar-se acidentes de trabalho.

Este tipo de alimentação apresenta baixo custo de operação, porém apresenta baixa produtividade de cavacos triturado.

Figura 31: Alimentação manual dos resíduos de podas



(Fonte: COMCAP, 2013)

Figura 32: Resíduos de podas descartados manualmente no picador florestal



(Fonte: COMCAP, 2013)

- *Alimentação Mecanizada*

A alimentação mecanizada é realizada por máquinas de grande porte como pás carregadeiras, retroescavadeiras ou guindastes sucateiro (grua), as quais carregam grandes quantidades de resíduos de podas e os despejam na esteira de alimentação de resíduos do picador florestal.

Durante o período de testes do novo picador florestal testaram-se o uso de trator do tipo pá carregadeira, do tipo retroescavadeira e guindaste sucateiro do tipo grua na alimentação dos resíduos de podas neste equipamento.

Este tipo de alimentação apresentam custos elevados de operação, porém apresentam alta produtividade de cavacos.

Figura 33: Alimentação mecanizada com retroescavadeira dos resíduos de podas no picador florestal



(Fonte: COMCAP, 2013)

Figura 34: Resíduos de podas descarregados pela retroescavadeira no picador florestal



(Fonte: COMCAP, 2013)

Figura 35: Alimentação com grua dos resíduos de podas no picador florestal



(Fonte: COMCAP, 2013)

Figura 36: Resíduos de podas depositados com grua no picador florestal



(Fonte: COMCAP, 2013)

b) Trituração dos Resíduos de Podas

A trituração dos resíduos de podas ocorre devido ao rotor de corte na câmara de trituração. Este rotor possui 8 lâminas de aço carbono temperado, dispostas aos pares.

Este rotor ao triturar em alta velocidade (1800 RPM), tritura os resíduos de podas instantaneamente. Por se tratar de facas de corte, as mesmas devem ser afiadas constantemente para que possam triturar os resíduos de podas adequadamente.

Figura 37: Detalhe do rotor de corte do picador florestal PFL 400 x 700



(Fonte: COMCAP, 2013)

Figura 38: Posicionamento dos equipamentos durante o beneficiamento



(Fonte: COMCAP, 2013)

Figura 39: Cavacos produzidos após o beneficiamento



(Fonte: COMCAP, 2013)

c) Afição das lâminas de corte

A afiação das lâminas do picador florestal é necessária ser realizada frequentemente para manter o fio de corte das mesmas. A perda do fio de corte prejudica produtividade e qualidade dos cavacos, além de sobrecarregar as engrenagens do picador florestal.

Este procedimento é realizado pelo menos 1 vez por semana, uma vez que a COMCAP possui 3 jogos sobressalentes de lâminas de corte, as quais são trocadas conforme necessidade.

Figura 40: Lâmina sendo afiada na mesa afiadora



(Fonte: COMCAP, 2013)

5.1.2.6 *Coleta dos Resíduos de Podas Triturados*

A coleta dos cavacos, é realizada após seu descarte pelo tubo de descarga do picador florestal. Estes resíduos são descartados diretamente na caçamba basculante do caminhão Mercedes Benz L608, até atingir sua capacidade limite de armazenagem.

Uma vez cheia esta caçamba basculante, a operação de beneficiamento é pausada, para os auxiliares operadores cobrirem este compartimento com uma lona plástica, para então levar o caminhão para pesagem na balança.

Atualmente, as caixas estacionárias previstas para coleta e transporte interno dos resíduos de podas no CTReS do Itacorubi não são utilizadas, uma vez que aguardam a instalação do guincho mecânico no veículo da COMCAP destinado para este fim.

Essas caixas por possuírem grande capacidade de armazenagem, facilitarão as operações de coleta e transporte dos cavacos triturados dentro do CTReS do Itacorubi.

Figura 41: Cavacos sendo coletados no caminhão basculante



(Fonte: COMCAP, 2013)

5.1.2.7 *Armazenagem dos Resíduos de Podas Beneficiados*

Após a pesagem, os cavacos são encaminhados para o Pátio de Compostagem, onde são depositados e armazenados próximo as leiras de compostagem para serem utilizados posteriormente.

O local de armazenagem utilizado, é temporário, uma vez que o Pátio de Compostagem passará por uma reforma de adequação e

também pelo fato de que as caixas estacionárias serão os coletores utilizados pela COMCAP para armazenagem dos cavacos.

Figura 42: Armazenagem dos cavacos no Pátio de Compostagem (a)



(Fonte: COMCAP, 2013)

Figura 43: Armazenagem dos cavacos no Pátio de Compostagem (b)



5.1.2.8 *Utilização dos Resíduos de Podas Beneficiados*

A utilização dos resíduos de podas beneficiados ou cavacos, é realizado de duas maneiras na COMCAP:

a) Compostagem

O uso dos cavacos como matéria prima no processo de compostagem é o principal uso dos resíduos de podas beneficiados no CTReS do Itacorubi.

Esses cavacos são adicionados aos resíduos sólidos orgânicos coletados e/ou entregues no CTReS do Itacorubi, com o objetivo de balancear a relação carbono/nitrogênio necessária para um bom desempenho do processo de compostagem.

Os cavacos são adicionados após a deposição dos resíduos sólidos orgânicos na leira de compostagem, de modo a cobrir todos os estes resíduos, para em seguida serem cobertos com palhada de capim.

Figura 44: Leira de compostagem aberta para o descarte



(Fonte: COMCAP, 2013)

Figura 45: Leira de compostagem coberta com resíduos de podas



(Fonte: COMCAP, 2013)

b) Cobertura morta

O uso dos cavacos como cobertura morta ou "mulching" começou a ser realizado recente no CTReS.

Esta técnica é muito utilizada em sistemas de agricultura orgânica, no qual é feito uma cobertura do solo ao redor dos cultivares, com aproximadamente 10 cm de altura, com o objetivo de proteção do solo.

Além da proteção do solo, esta técnica confere estética ornamental nos locais de aplicação, motivo pelo qual tem sido difundido seu uso em paisagismo.

Figura 46: Uso dos cavacos em canteiros de plantas



(Fonte: COMCAP, 2013)

Figura 47: Usos dos cavacos em horta de alimentos (a)



(Fonte: COMCAP, 2013)

Figura 48: Uso dos cavacos em horta de alimentos (b)



(Fonte: COMCAP, 2013)

Figura 49: Uso dos cavacos para fins paisagísticos



(Fonte: COMCAP, 2013)

5.1.3 Gerenciamento das Atividades de Beneficiamento dos Resíduos de Podas

Para realizar o gerenciamento das atividades de beneficiamento dos resíduos de podas no CTReS, a COMCAP utiliza-se dos seguintes instrumentos

5.1.3.1 Indicadores das Atividades de Beneficiamento dos Resíduos de podas

Os indicadores são parâmetros de resultados utilizados para o gerenciamento de uma determinada atividade. No caso do beneficiamento dos resíduos de podas na COMCAP, são utilizados os seguintes indicadores de atividades:

a) Entrada de Resíduos de Podas

A entrada dos resíduos de podas é obtida com o somatório das pesagens dos resíduos de podas coletados pela COMCAP, dos resíduos de podas descartados pela FLORAM e pelos resíduos de podas descartados por particulares no CTReS do Itacorubi.

a) Horas Trabalhadas

As horas trabalhadas durante cada ciclo de beneficiamento dos resíduos de podas é obtido com o registro do horário de início e término de cada ciclo.

Um ciclo de beneficiamento é encerrado quando é atingida a capacidade limite de armazenamento do caminhão basculante utilizado para a coleta dos cavacos ou quando encerra-se esta atividade por esgotamento dos resíduos de podas a serem triturados, ou ainda, decorrente de problemas operacionais que interrompem esta atividade.

b) Peso Triturado

A quantidade de resíduos beneficiados, ou cavacos, é obtida com a pesagem do caminhão utilizado para a coleta destes resíduos na balança no CTReS do Itacorubi.

c) Número de Funcionários

O número de funcionários em trabalho durante um ciclo de beneficiamento é necessário o controle operacional desta atividade e para obter-se parâmetros de produtividade.

d) Produtividade

A produtividade do beneficiamento dos resíduos é obtida com uma relação entre o peso de resíduos triturados e o número de funcionários em cada ciclo de beneficiamento. Este indicador é expresso em kg/pessoa.

e) Desempenho

O desempenho das atividades de beneficiamento dos resíduos de podas é obtido com uma relação entre a média da produtividade mensal e a produtividade diária de cavacos, que classifica o resultado como "ruim", "médio" ou "bom".

5.1.3.2 Planilhas

Para as atividades de beneficiamento dos resíduos de podas, a COMCAP utiliza dois tipos de planilhas:

a) Planilha de Registro Diário à Campo das Atividades do Picador Florestal

A planilha de registro diário à campo das atividades do picador florestal é utilizada à campo durante o funcionamento do picador florestal.

Nesta planilha são registrados manualmente os seguintes parâmetros: data da atividade, horário de início e término da trituração, número de auxiliares operacionais em atividade, o horímetro inicial da atividade, observações gerais, bem como a quantidade de resíduos de podas triturados em cada ciclo beneficiamento, obtida após a pesagem. É possível o registro de 3 ciclos de beneficiamento diários nesta planilha.

O uso desta planilha iniciou-se em outubro do ano de 2013, quando percebeu-se a necessidade de um maior controle dos indicadores das atividades de beneficiamento.

A responsabilidade do preenchimento desta planilha é do encarregado pelo setor de beneficiamento dos resíduos de podas, o qual deve encaminhar semanalmente para o gerente geral, o deve encaminhar mensalmente para o Departamento Técnico - DPTE, elaborar o relatório mensal das atividades do picador florestal.

b) Planilha de Registro Diário das Atividades do Picador na Balança

Esta planilha foi o primeiro instrumento de registro dos indicadores do beneficiamento dos resíduos de podas na COMCAP. Ela deve ser preenchida manualmente pelo balanceiro durante a pesagem dos resíduos de podas triturados.

Nela são registrados os indicadores como: data, horário de início e término, número de funcionários envolvidos e a quantidade de resíduos de podas triturados em cada ciclo de beneficiamento.

Ao final de cada mês, esta planilha é digitalizada nos computadores dos CTReS para servir de apoio à elaboração dos relatórios mensais de gerenciamento do beneficiamento dos resíduos de podas pelo DPTE.

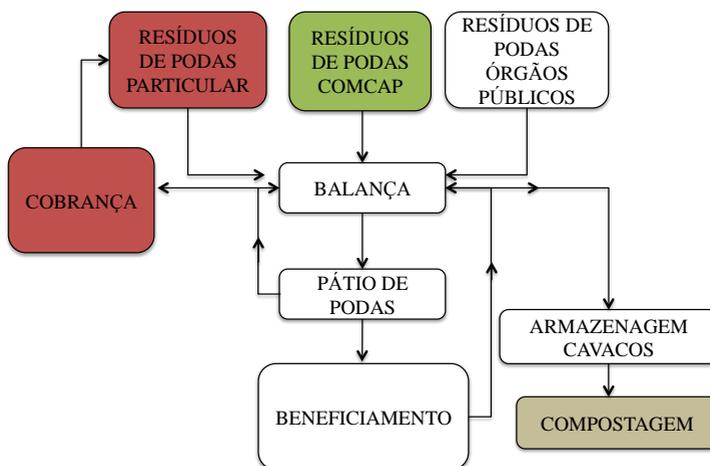
5.1.3.3 Relatórios

Para o gerenciamento das atividades de beneficiamento dos resíduos de podas, é realizado mensalmente um relatório que contém os indicadores registrados nas planilhas citadas anteriormente.

Este documento contém gráficos e indicadores dos parâmetros para análise das atividades de beneficiamento com o uso de séries histórica referentes ao ano anterior do período em questão.

Este relatório é utilizado para a elaboração do Relatório Mensal de Gerenciamento Integrado dos Resíduos Sólidos, o qual contempla a gestão de todos os resíduos sólidos gerenciados pela COMCAP no CTReS. A elaboração deste relatório mensal é de responsabilidade do DPTE.

Figura 50: Fluxograma geral do processo.
FLUXO OPERACIONAL DO BENEFICIAMENTO DOS RESÍDUOS DE PODAS



(FONTE: CHALUPPE, 2013)

5.2 INDICADORES DO BENEFICIAMENTO DOS RESÍDUOS DE PODAS

5.2.1 Beneficiamento dos Resíduos de Podas Em 2011

5.2.1.1 Resíduos de podas recebidos em 2011

O registro de dados mensais dos resíduos de podas recebidos no CTReS durante o ano de 2011, estão apresentados na Tabela 3:

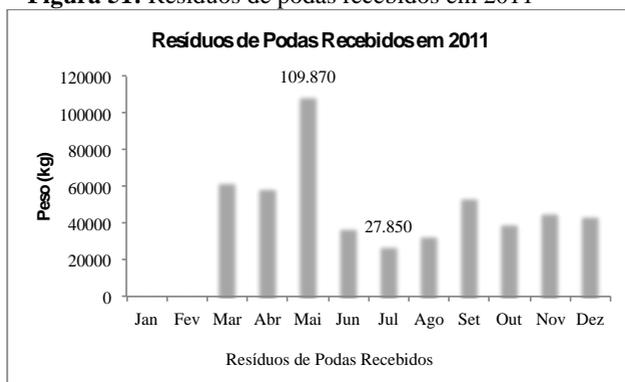
Tabela 3: Resíduos de podas recebidos em 2011

RESÍDUOS DE PODAS RECEBIDOS EM 2011	
Mês	Peso (kg)
Janeiro	0
Fevereiro	0
Março	62,970
Abril	59,680
Mai	109,870
Junho	37,900
Julho	27,850
Agosto	33,770
Setembro	54,650
Outubro	40,400
Novembro	46,030
Dezembro	44,640
Total	517,760

(FONTE: COMCAP, 2013)

A Figura 51, ilustra a entrada mensal dos resíduos de podas no CTReS em 2011:

Figura 51: Resíduos de podas recebidos em 2011



(FONTE: COMCAP, 2013)

Conforme pode-se verificar nos dados da Tabela 5, foram recebidos aproximadamente 517 mil kg de resíduos de podas para beneficiamento durante o ano de 2011.

Nos meses de março, abril e maio, registraram-se a maior entrada de resíduos de podas para o beneficiamento. Acredita-se que a

geração de resíduos de podas nesta época do ano, é favorecida pelo aumento das atividades de manutenção da arborização urbana realizadas durante esta época, muito embora não foi encontrado esse tipo de informação na revisão bibliográfica realizada que confirme esta hipótese.

Durante os meses de junho, julho e agosto, registrou-se a menor entrada de resíduos de podas para beneficiamento. A diminuição na geração de resíduos de podas nesta época, pode ser atribuída as baixas temperaturas características desta época do ano, na qual verifica-se a diminuição do crescimento das espécies vegetais, muito embora também não encontrou-se informações que justifiquem esta hipótese na revisão bibliográfica realizada.

Com relação a ausência dos dados referentes aos meses de janeiro e fevereiro, não possuem registros da entrada de resíduos de podas para estes meses no banco de dados da COMCAP.

Não se pode afirmar se não houve descarte de resíduos de podas nestes meses, ou se este o descarte não foi registrado. Segundo a companhia, a falta de dados pode ser justificada pelo programa estar em seu início de operação.

5.2.1.2 Resíduos de podas beneficiados em 2011

Não foi possível analisar os dados dos resíduos de podas beneficiados durante este período, uma vez não constam registros destes dados no banco de dados da COMCAP.

5.2.1.3 Acúmulo dos resíduos de podas sem beneficiamento em 2011

A inexistência de indicadores do beneficiamento dos resíduos de podas para este período, impossibilitou a estimativa dos resíduos de podas acumulados no Pátio de Podas.

5.2.2 Beneficiamento dos Resíduos de Podas em 2012

No ano de 2012 iniciou-se à partir do mês de março, o registro dos dados para o beneficiamento dos resíduos de podas no CTReS. As Tabelas 4, 5 e 6 apresentam os dados do beneficiamento dos resíduos de podas neste período.

5.2.2.1 Resíduos de podas recebidos em 2012

Os dados da entrada de resíduos de podas durante o ano de 2012, estão apresentados na Tabela 4:

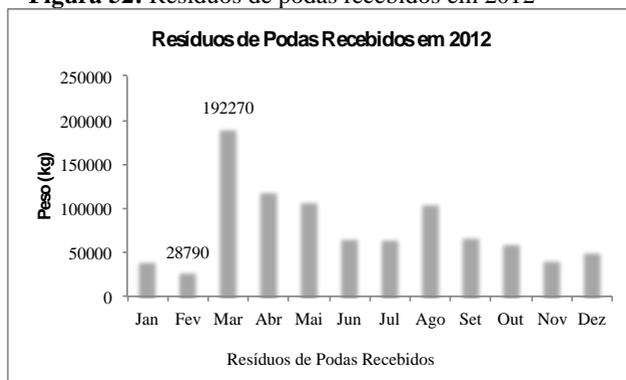
Tabela 4: Resíduos de podas recebidos em 2012.

RESÍDUOS DE PODAS RECEBIDOS EM 2012	
Mês	Peso (kg)
Janeiro	41,260
Fevereiro	28,790
Março	192,270
Abril	119,980
Mai	109,270
Junho	67,110
Julho	66,180
Agosto	106,090
Setembro	68,230
Outubro	60,860
Novembro	42,400
Dezembro	51,560
Total	954,000

(Fonte: COMCAP, 2013)

A Figura 52 ilustra a quantidade de resíduos de podas recebidos no CTReS durante o ano de 2012:

Figura 52: Resíduos de podas recebidos em 2012



(Fonte: CHALUPPE, 2013)

Foram descartados durante o ano de 2012, aproximadamente 954 mil kg de resíduos de podas no CTReS, o que representa um aumento de 84,2 % em relação ao ano anterior.

No mês de março registrou a maior quantidade de resíduos de podas descartados (192.270 kg) e no mês de fevereiro registrou a menor quantidade (28.790 kg).

No ano de 2012, verificou-se um comportamento similar na geração de resíduos em função da estação climática observada no ano anterior. Houve um maior descarte de resíduos nos meses de outono e um menor descarte nos meses de inverno.

5.2.2.2 *Resíduos de podas beneficiados em 2012*

Durante o ano de 2012, foram beneficiados as seguintes quantidades de resíduos de podas mensalmente no CTReS do Itacorubi, representadas na Tabela 5:

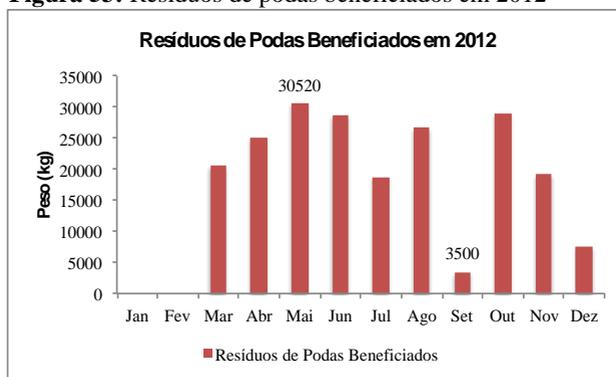
Tabela 5: Resíduos de podas beneficiados em 2012

RESÍDUOS DE PODAS BENEFICIADOS EM 2012	
Mês	Peso (kg)
Janeiro	0
Fevereiro	0
Março	20,580
Abril	25,030
Maiο	30,520
Junho	28,680
Julho	18,780
Agosto	26,620
Setembro	3,500
Outubro	28,955
Novembro	19,210
Dezembro	7,620
Total	209,495

(Fonte: COMCAP, 2013)

A Figura 53 ilustra a quantidade mensal de resíduos de podas beneficiados no CTReS durante os meses de 2012 :

Figura 53: Resíduos de podas beneficiados em 2012



(Fonte: COMCAP, 2013)

Pode-se reparar na Tabela 5, que foram processados 209.495 quilogramas de resíduos de podas durante o ano de 2012. No mês de maio registrou-se a maior produção cavacos, a qual totalizou 30.520 quilogramas, enquanto que o mês de setembro apresentou-se a menor produção de cavacos, somente 3.500 quilogramas.

A baixa de produção de cavacos nos meses de setembro e dezembro, deve-se a problemas mecânicos do antigo picador florestal, o qual teve suas atividades paralisadas para manutenção.

5.2.2.3 *Resíduos de podas acumulados em 2012*

Pode verificar-se durante o ano de 2012, que a quantidade de resíduos de podas beneficiados (209.495 kg) foi muito inferior à quantidade de resíduos de podas entregues e/ou coletados pela COMCAP (954.000 kg) no mesmo período.

Somente 22% dos resíduos de podas foram beneficiados neste período, o que resultou em acúmulo de aproximadamente 744.505 quilogramas de resíduos de podas no Pátio de Podas.

Isto revelou a ineficiência do antigo picador florestal em atender a demanda de beneficiamento dos resíduos de podas do município, motivo o qual, fez com que o Departamento Técnico - DPTE da COMCAP iniciasse a elaboração projetos de captação de recursos para aquisição de novos equipamentos para esta atividade.

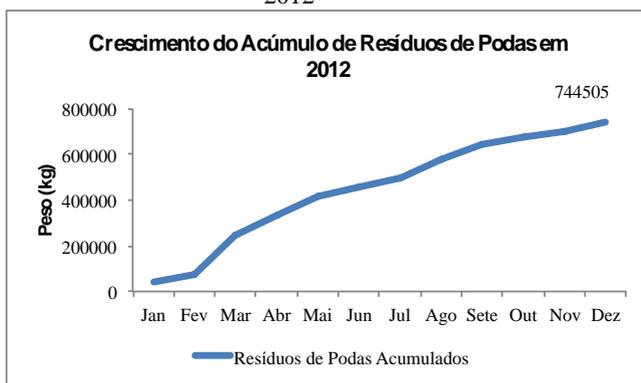
Tabela 6: Resíduos de podas acumulados em 2012

RESÍDUOS DE PODAS ACUMULADOS EM 2012	
Mês	Peso (kg)
Janeiro	41,260
Fevereiro	70,050
Março	241,740
Abril	336,690
Mai	415,440
Junho	453,870
Julho	501,270
Agosto	580,740
Setembro	645,470
Outubro	677,375
Novembro	700,565
Dezembro	744,505
TOTAL	5,408,975

(Fonte: CHALUPPE, 2013)

A Figura 54 ilustra o acúmulo dos resíduos de podas sem beneficiamento no CTREs durante o ano de 2012:

Figura 54: Acúmulo de resíduos de podas sem beneficiamento ao longo de 2012



(Fonte: CHALUPPE, 2013)

5.2.3 Beneficiamento dos Resíduos de Podas em 2013

Durante o ano de 2013, registraram-se os seguintes dados relacionados ao beneficiamento dos resíduos de podas no CTReS do Itacorubi, apresentados nas Tabelas 7, 8 e 9.

5.2.3.1 Resíduos de Podas Recebidos em 2013

No ano de 2013 foram entregues e/ou coletados as seguintes quantidades mensais de resíduos de podas no CTReS do Itacorubi:

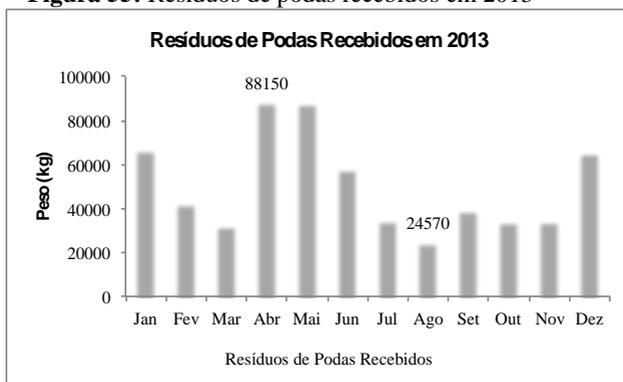
Tabela 7: Resíduos de podas recebidos em 2013

RESÍDUOS DE PODAS RECEBIDOS EM 2013	
Mês	Peso (kg)
Janeiro	66,500
Fevereiro	42,035
Março	32,120
Abril	88,150
Maiο	87,791
Junho	57,815
Julho	34,660
Agosto	24,570
Setembro	38,990
Outubro	33,800
Novembro	34,250
Dezembro	65,360
Total	606,041

(Fonte: COMCAP, 2013)

A Figura 55 ilustra a quantidade de resíduos de podas recebidos no CTReS durante o ano de 2013:

Figura 55: Resíduos de podas recebidos em 2013



(Fonte: CHALUPPE, 2013)

De acordo com a Tabela 7, verifica-se que durante o ano de 2013 no mês de abril, registrou-se a maior quantidade de resíduos de podas entregues e/ou coletados no CTReS do Itacorubi, ou seja, 88.150 quilogramas, enquanto que no mês agosto registrou-se a menor quantidade, 24.570 quilogramas.

A maior entrada de resíduos durante a estação de outono também foi registrada neste ano.

5.2.3.2 *Resíduos de Podas Beneficiados em 2013*

Durante o ano de 2013, foram beneficiados as seguintes quantidades de resíduos de podas no CTReS do Itacorubi:

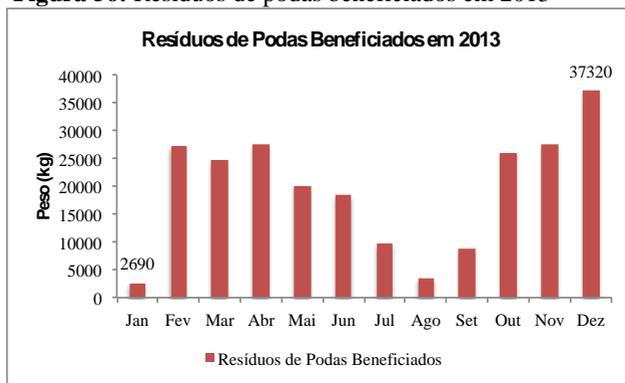
Tabela 8: Resíduos de podas beneficiados em 2013

RESÍDUOS DE PODAS BENEFICIADOS EM 2013	
Mês	Peso (kg)
Janeiro	2,690
Fevereiro	27,150
Março	24,710
Abril	27,490
Mai	20,140
Junho	18,380
Julho	9,640
Agosto	3,540
Setembro	8,670
Outubro	26,120
Novembro	27,490
Dezembro	37,320
Total	233,340

(Fonte: COMCAP, 2013)

A Figura 56 ilustra a quantidade de resíduos de podas beneficiados durante o ano de 2013:

Figura 56: Resíduos de podas beneficiados em 2013



(Fonte: CHALUPPE, 2013)

De acordo com a Tabela 8, pode-se verificar o aumento da produção de cavacos à partir do mês de outubro, em função das operações de teste do novo picador florestal.

Durante o mês de dezembro, verificou-se a maior quantidade de cavacos produzidos no período, ou seja, 37.320 quilogramas deste

material, enquanto que no mês de agosto foi registrado a menor produção, com apenas 3.540 quilogramas de cavacos produzidos.

A baixa produção observada durante o mês de agosto, deve-se à problemas mecânicos no antigo picador florestal.

O aumento da produção de cavacos com o novo picador florestal durante o período de testes, pode ser atribuído a elevada capacidade de beneficiamento deste equipamento e ao entusiasmo dos funcionários envolvidos nas operações de beneficiamento com a chegada do novo equipamento na COMCAP.

5.2.3.3 *Resíduos de Podas Acumulados em 2013*

Com relação ao acúmulo dos resíduos de podas sem beneficiamento durante o ano de 2013, considerou-se a quantidade acumulada referente ao ano de 2012 para a o início da estimativa no mês de janeiro do ano de 2013.

Os resíduos de podas acumulados sem beneficiamento no Pátio de Podas do CTReS, estão indicados na Tabela 9:

Tabela 9: Resíduos de podas acumulados em 2013

RESÍDUOS DE PODAS ACUMULADOS EM 2013	
Janeiro	808,315
Fevereiro	823,200
Março	830,610
Abril	891,270
Maiο	958,921
Junho	998,356
Julho	1,023,376
Agosto	1,044,406
Setembro	1,074,726
Outubro	1,082,406
Novembro	1,089,166
Dezembro	1,117,206

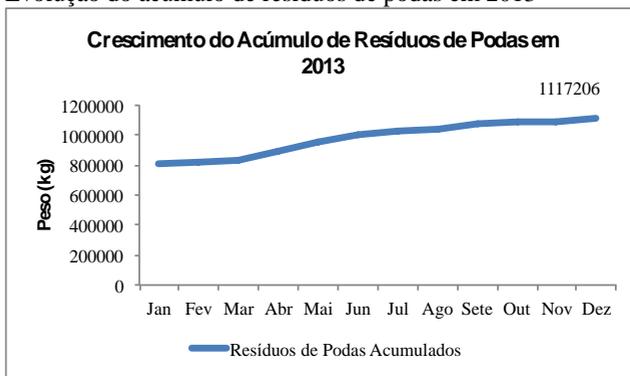
(Fonte: CHALUPPE, 2013)

Como pode-se verificar, uma elevada quantidade de resíduos de podas acumulou-se sem beneficiamento no Pátio de Podas do CTReS do Itacorubi.

Aproximadamente 1.117.206 quilogramas de resíduos de podas não foram beneficiadas. Este indicador pode ser considerado ainda mais elevado, uma vez que esta estimativa não considerou os resíduos de podas acumulados no primeiro ano de operação do programa.

O Figura 57 ilustra a evolução do acúmulo dos resíduos de podas durante o ano de 2013:

Figura 57: Evolução do acúmulo de resíduos de podas em 2013



(Fonte: CHALUPPE, 2013)

Os resíduos de podas acumulados sem beneficiamento, sofreram processo de decomposição naturalmente, o que reduziu o volume destes resíduos no Pátio de Podas. Houve também durante este períodos, ações de limpeza do Pátio de Podas, nas quais os resíduos de podas acumulados eram destinados para o Aterro Sanitário de Biguaçu.

Não foi possível levantar os dados da quantidade de resíduos de podas acumuladas que foram destinadas ao aterro em questão.

Atualmente, a quantidade de resíduos acumulados no Pátio de Podas é elevada.

5.2.4 Produtividade dos Picadores Florestais

A produtividade dos picadores florestais é um importante indicador de análise desses equipamentos. Para a estimativa da produtividade de cada picador, procurou-se relacionar os indicadores de produção de cavacos e o número de horas necessárias para esta produção.

Para esta análise utilizaram-se os indicadores dos meses de novembro e dezembro do ano de 2012, período em que o antigo picador florestal PDF 320 estava em operação, com os indicadores do mesmo período para o ano de 2013, no qual o novo picador florestal PFL 400 x 700 estava em operação.

a) *Picador Florestal PDF 320*

A estimativa da produtividade do antigo picador florestal está representada na Tabela 10:

Tabela 10: Produtividade do picador florestal PDF 320

PICADOR FLORESTAL PDF 320			
Mês	Operação (horas)	Produção (kg)	Produtividade (kg/horas)
Novembro	45.8	19,210	419.9
Dezembro	35.2	7,620	216.7
MÉDIA	40.5	13,415.0	318.3

(Fonte: CHALUPPE, 2013)

b) *Picador Florestal PFL 400 x 700*

A estimativa da produtividade do novo picador florestal está representada na Tabela 11:

Tabela 11: Produtividade do picador florestal PFL 400 x 700

PICADOR FLORESTAL PFL 400 x 700			
Mês	Operação (horas)	Produção (kg)	Produtividade (kg/horas)
Novembro	28.0	27,490	982.4
Dezembro	32.2	37,320	1160.2
MÉDIA	30.1	32,405.0	1071.3

(Fonte: CHALUPPE, 2013)

Conforme pode-se verificar nas Tabelas 10 e 11 o novo picador florestal apresentou uma produtividade cerca de 3 vezes superior a produtividade antigo picador florestal, ou um percentual de 336,6% superior.

Sabe-se que a amostragem de dados utilizados para esta estimativa é pequena. Para se obter valores mais confiáveis neste tipo cálculo seria necessário uma maior amostragem de indicadores, o que não foi possível de obter-se em função do pouco de tempo de operação do novo equipamento.

5.2.5 Economia Obtida com o Programa de Beneficiamento dos Resíduos de Podas

Este tópico tem o objetivo de apresentar a economia de recursos financeiros com o programa de valorização dos resíduos orgânicos realizado na COMCAP.

Para a estimativa dos valores, utilizaram-se os dados de entrada de resíduos de podas no CTReS do Itacorubi desde o ano de 2011 com o início do programa.

Foram realizados duas estimativas, ou seja, a economia potencial, obtida com os resíduos de podas que teoricamente deixaram de ser destinados ao aterro sanitário da Proactiva e a economia real, obtida com os resíduos de podas beneficiados.

Segundo a COMCAP, o custo para a destinação final dos resíduos sólidos no Aterro Sanitário Intermunicipal de Biguaçu, é de aproximadamente R\$120,00 por tonelada de resíduo sólido aterrada.

A Tabela 12 e 13 indicam a economia potencial e real respectivamente, de recursos financeiros com a não destinação final dos resíduos de podas no aterro de sanitário:

Tabela 12: Economia potencial obtida com beneficiamento dos resíduos de podas

RESÍDUOS DE PODAS QUE DEIXARAM DE SER ATERRADOS		
Ano	Peso (kg)	Valor (R\$)
2011	517,760	62,131.20
2012	954,000	114,480.00
2013	606,041	72,724.92
TOTAL	2,077,801	249,336.12

(Fonte: CHALUPPE, 2013)

Tabela 13: Economia real obtida com o beneficiamento dos resíduos de podas

RESÍDUOS DE PODAS BENEFICIADOS QUE DEIXARAM DE SER ATERRADOS		
Ano	Peso (kg)	Valor (R\$)
2011	-	-
2012	209,495	25,139.40
2013	233,340	28,000.80
TOTAL	442,835	53,140.20

(Fonte: CHALUPPE, 2013)

Como pode-se verificar, a economia potencial de recursos financeiros com a não destinação destes resíduos para o aterro sanitário, foi de aproximadamente R\$ 249.336,12.

Porém, algumas operações de remoção dos resíduos de podas acumulados no Pátio de Podas do CTReS foram realizadas nestes 3 anos de projeto, destinando estes resíduos para o aterro sanitário da Proactiva. No entanto, não há registro da quantidade de resíduos de podas enviados a este aterro nestas operações.

A economia real obtida com os resíduos de podas beneficiados desde o início das atividades de beneficiamento foi de aproximadamente R\$ 53.140,20.

Isto sugere que as atividades de beneficiamento dos resíduos de poda pode trazer significativas economias com a não destinação destes resíduos para o aterro sanitário.

Esta economia pode ainda, representar lucros no com a comercialização do composto orgânico maturado ao final do processo de compostagem, caso venha a ser de interesse da COMCAP.

Muito embora, sabe-se que não foram considerados os custos operacionais para efeitos destes cálculos e nem a receita obtida com a cobrança dos resíduos de podas particulares descartados.

5.3 PROBLEMÁTICAS OBSERVADAS NO BENEFICIAMENTO DOS RESÍDUOS DE PODAS

Este tópico tem o objetivo apresentar as principais problemáticas observadas durante as etapas do programa de beneficiamento dos resíduos de podas realizado pela COMCAP, durante o período de estágio supervisionado no CTReS do Itacorubi.

5.3.1 Cadastro dos Geradores de Resíduos de Podas

No CTReS do Itacorubi, não foi observado o cadastramento de geradores de resíduos de podas que descartam este tipo de resíduo para posterior beneficiamento.

De um modo geral, o descarte dos resíduos de podas nesta e em outras unidades da COMCAP, ocorre de modo informal.

Durante a pesagem dos resíduos de podas em sua chegada, ocorre um simples diálogo entre gerador e o balanceiro, com objetivo de se identificar a origem dos resíduos de podas como pública ou particular para a realização da cobrança pelo descarte.

O cadastro de geradores de resíduos de podas é necessário para a identificação da origem dos resíduos, bem como para criar indicadores que poderão servir de apoio para o gerenciamento deste tipo de resíduo.

Sem a indicação da origem dos resíduos de podas torna-se inviável o uso de medidas corretivas para a melhoria do programa de beneficiamento dos resíduos de podas no município.

5.3.2 Cobrança dos Resíduos de Podas Particulares

A cobrança pelo descarte dos resíduos de podas de origem particular, frequentemente é acompanhada de repercussões. A COMCAP estipulou o custo de R\$ 0,05 por quilograma de resíduo de poda descartado no CTReS do Itacorubi. Municípios ou empresas particulares muitas vezes não concordam com esta cobrança. Isto ocorre em geral, na primeira vez que estes geradores utilizam este serviço.

A problemática associada com esta cobrança, deve-se ao fato da COMCAP não estabelecer claramente os limites para cobrança dos resíduos de podas particulares descartados.

Segundo a política de funcionamento do PEV, deveria ser gratuito o descarte de 1,0 m³/dia de resíduo sólido por munícipe, com limites de 4 dias mensais.

A COMCAP estabeleceu a cobrança para o descarte dos resíduos de podas, em quantidades superiores a 100 kg, o que não é correspondente ao volume ocupado por 1m³ destes resíduos.

Estudos realizados por Cortez (2011), estabeleceram um peso específico médio de 170 kg/m³ para os resíduos de podas compostos de galhos e folhas. Nesta perspectiva, deveria ser realizada a cobrança para quantidades acima de 170 kg.

Outra observação, é que os balanceiros responsáveis pela pesagem e cobrança destes resíduos, praticam a cobrança destes resíduos de modo antagônico: alguns praticam a cobrança para qualquer quantidade de resíduos, sem considerar o enquadramento do gerador como munícipe ou empresa particular e outros aplicam somente para quantidades superiores a quantidade proposta inicialmente pela COMCAP.

Esta divergência de cobranças resulta em transtornos que poderiam ser evitados com a padronização deste serviço.

5.3.3 Contaminação dos Resíduos de Podas

A contaminação dos resíduos de podas que são descartados no CTReS do Itacorubi, é outra problemática frequentemente observada nas atividades de beneficiamento dos resíduos de podas.

Este tipo de contaminação prejudica seriamente a operação do picador florestal, uma vez que suas lâminas não foram desenvolvidas para triturar metais, plásticos, vidros, cerâmica, pedregulhos entre outros resíduos sólidos.

Em diversas situações verificou-se a contaminação dos resíduos de podas descartados no Pátio de Podas com resíduos sólidos de outra natureza. Isto implica no atraso das atividades, uma vez que é necessário realizar a triagem destes resíduos em função da contaminação. Em casos de contaminação elevada, os resíduos ficam impossibilitados de serem triados, o que implica na destinação final destes resíduos de podas em aterro sanitário.

As Figuras 58 e 59 ilustram a contaminação dos resíduos de podas com resíduos sólidos de outras naturezas:

Figura 58: Motor mecânico misturado aos resíduos de podas



(Fonte: COMCAP, 2013)

Figura 59: Contaminação com terra e plástico dos resíduos de podas



(Fonte: COMCAP, 2013)

O descarte de resíduos de podas contaminados é devido principalmente a falta de conscientização dos geradores de resíduos de podas, bem como pela ausência de fiscalização por parte da COMCAP no momento do descarte destes resíduos no Pátio de Podas. direcionar funcionários para esta finalidade.

Acredita-se que uma campanha de conscientização dos usuários do programa de beneficiamento dos resíduos de podas, por parte da COMCAP, poderia atenuar a problemática da contaminação dos resíduos de podas com resíduos sólidos de outra natureza.

5.3.4 Escassez de Mão de Obra

A escassez de mão de obra no CTReS do Itacorubi é outra problemática frequentemente observada não somente nas atividades de beneficiamento dos resíduos de podas, mas também em outras atividades realizadas nesta unidade.

O CTReS dispõe de um número reduzido de auxiliares operacionais e operadores. Esta unidade não dispõe de funcionários fixos para cada setor, com exceção do encarregado de setor. Cada auxiliar operacional é direcionado para realizar diferentes atividades de acordo com a necessidade para as mesmas.

Por exemplo, um auxiliar operacional pode trabalhar nas atividades de roçada, na estação de transbordo, no processo de compostagem, no beneficiamento dos resíduos de podas e assim por diante, sem um cronograma de atividades determinado.

Isto dificulta a criação de uma frente de trabalho organizada e com entrosamento entre seus funcionários e a atividade operacional em questão.

No caso do beneficiamento dos resíduos de podas, esta atividade é realizada na maioria das vezes, com apenas 3 auxiliares operacionais, os quais dois fazem a alimentação manual dos resíduos de podas no picador florestal e um fica responsável pela operação do equipamento.

Para esta atividade, julga-se necessário pelo menos 5 auxiliares operacionais quando esta for realizada a alimentação manual dos resíduos de podas: 2 funcionários responsáveis pela triagem dos resíduos de podas, 2 funcionários responsáveis pela alimentação destes resíduos no picador florestal e um funcionário responsável pela operação do picador florestal.

No caso de alimentação mecanizada, é necessário pelo menos mais um operador na operação equipamento responsável pela alimentação dos resíduos de podas no picador florestal.

5.3.5 Escassez de Equipamentos

A escassez de equipamentos necessários para as atividades de beneficiamento dos resíduos de podas, é outra problemática que merece destaque neste trabalho.

Atualmente o CTReS do Itacorubi dispões do novo picador florestal, de trator do tipo pá carregadeira e um caminhão do tipo

basculante citados anteriormente para dar poio as atividades de beneficiamento dos resíduos de podas.

Com exceção do novo picador florestal, os outros equipamentos são utilizados para outras atividades operacionais quando necessário, o que resulta em paralisação parcial das atividades de beneficiamento dos resíduos de podas.

A transferência do trator agrícola juntamente com o antigo picador florestal para a base norte da COMCAP, resultou em problemas de mobilidade interna do novo picador florestal, comprometendo diretamente as atividades de beneficiamento dos resíduos de podas.

Segundo a COMCAP, estão para ser adquiridos novos equipamentos como um trator agrícola, um trator do tipo retroescavadeira e um guindaste sucateiro do tipo grua para auxiliar as atividades de beneficiamento dos resíduos de podas.

A aquisição de novos equipamentos numa companhia pública como a COMCAP, frequentemente são dificultadas pela burocracia administrativa associada aos processos licitatórios. Um exemplo a ser citado, é a aquisição do guincho hidráulico necessários para bascular as caixas estacionárias do tipo roll on roll off.

Estas caixas estacionárias por exemplo, que serão utilizadas nas atividades de beneficiamento dos resíduo de podas estão ociosas no pátio do CTReS do Itacorubi desde o mês de novembro do ano de 2013, uma vez que o caminhão chassi adquirido para este fim também encontra-se ocioso no pátio da sede central da COMCAP localizada no bairro Estreito, a espera da aquisição de um guincho hidráulico para bascular estas caixas estacionárias.

A COMCAP aguarda a reabertura do processo licitatório para a aquisição deste guincho hidráulico, cujo qual foi cancelado uma vez que nenhum fornecedor compareceu ao pregão presencial realizado em julho do ano de 2013.

5.3.6 Estrutura Física Inadequada

A estrutura física disponível no CTReS do Itacorubi para a realização das atividades de beneficiamento dos resíduos de podas, necessita de adequações para a realização das operações de beneficiamento dos resíduos de podas.

O Pátio de Podas, no qual é realizado o descarte dos resíduos de podas e seu posterior beneficiamento com o picador florestal, necessita

de obras de impermeabilização solo e cobertura parcial ou completa de sua área.

Em períodos chuvosos, o solo do local torna-se impróprio para o trânsito de veículos e dos auxiliares operacionais, devido à formação de poças d'água que impossibilitam temporariamente as atividades de beneficiamento dos resíduos de podas, conforme verifica-se na Figura 60:

Figura 60: Pátio de podas após um evento pluviométrico



(Fonte: COMCAP, 2013)

Com relação aos resíduos de podas expostos ao tempo, verificou-se durante o acompanhamento das atividades de beneficiamento, que o picador florestal apresenta um melhor desempenho quando estes resíduos estão secos.

A operação do picador florestal com os resíduos de podas úmidos, principalmente após um evento pluviométrico, pode entupir o duto de descarga dos cavacos triturados, conforme verificado em situações deste tipo.

A ausência de uma cobertura no Pátio de Podas, agrava a problemática da falta de mobilidade do picador florestal decorrente da transferência do trator agrícola para a Base Norte da COMCAP.

Com sua mobilidade limitada, o picador florestal não possui um local de armazenagem adequado, conforme verifica-se na Figura 61:

Figura 61: Armazenamento temporário do picador florestal PFL 400 x 700



(Fonte: COMCAP, 2013)

Sabe-se que esta situação é temporária, uma vez que impermeabilização do solo e a cobertura do Pátio de Podas está prevista no cronograma de obras civis para a execução do projeto de beneficiamento dos resíduos de podas.

5.3.7 Manutenção do Picador Florestal

O picador florestal PFL 400 x 700 mostrou-se ser um equipamento de alta capacidade de beneficiamento dos resíduos de podas.

Muito embora, para que capacidade de beneficiamento mantenha-se em níveis satisfatórios, este equipamento exige manutenção frequente.

Suas lâminas de corte, responsáveis pela trituração dos resíduos de podas, necessitam ser afiadas constantemente, uma vez que a perda do seu fio de corte, resulta na produção de cavacos com maior granulometria, o que não é desejável para o processo de compostagem, além de sobrecarga nos sistemas de engrenagens do equipamento.

No caso de contaminação dos resíduos de podas com resíduos metálicos e de outras naturezas, estas lâminas podem apresentar sérios danos em sua estrutura metálica, conforme verifica-se na Figura 62:

Figura 62: Lâmina de corte seriamente danificada



(Fonte: COMCAP, 2013)

A afiação das lâminas é um procedimento complexo, que requer funcionários capacitados e ferramentas apropriadas. Verificou-se que são necessárias aproximadamente duas horas para a realização deste procedimento.

As dificuldades observadas neste procedimento, são a falta de um cronograma de afiação, a falta de funcionários capacitados e a falta de ferramentas apropriadas para sua realização.

Após o período de testes do novo picador florestal, achou-se necessário a afiação ou trocas das lâminas de corte, pelo menos a cada 10 horas de operação do equipamento, para não comprometer a sua produtividade.

A inspeção das lâminas de corte e a limpeza do rotor de corte são necessárias serem realizadas ao final das operações de beneficiamento dos resíduos de podas.

O fato do novo picador florestal possuir um motor estacionário à diesel de grande porte, requer manutenções preventivas periódicas em seus sistemas hidráulico, de refrigeração e elétrico.

Deste modo é necessário a elaboração e execução de um plano de manutenção preventiva para que este equipamento não apresente problemas mecânicos mais sérios, o que comprometeria as atividades de beneficiamento dos resíduos de poda no CTReS do Itacorubi.

5.3.8 Registro de Dados e Indicadores

Outra problemática associada às etapas de beneficiamento dos resíduos de podas é referente ao registro de dados e o uso de indicadores e o tipo dos indicadores utilizados.

A ausência de dados verificadas no ano de 2011, impossibilitou a estimativa do beneficiamento dos resíduos de podas durante este período. A COMCAP iniciou somente 14 meses após o início do programa, a registrar os dados e estabelecer indicadores da produção dos resíduos de podas beneficiados.

Os responsáveis pelos registros desses dados, muitas vezes são os próprios auxiliares operacionais, sem a supervisão geral de uma pessoa capacitada para gerenciar este tipo de atividade.

Isto pode ocasionar falta de confiabilidade nos dados registrados, bem como o registro incompleto ou inadequado dos mesmos.

No levantamento realizado para a elaboração deste trabalho no banco de dados da COMCAP, verificou-se a ausência de dados em alguns meses e inclusive durante todo o ano de 2011.

Outra observação realizada, foram os tipos de indicadores registrados. Pode-se concluir que os indicadores de pesagem, horas de trabalho, número de funcionários e produtividade por trabalho utilizados para gerenciar as atividades de beneficiamento, são insuficientes.

Indicadores relacionados à manutenção, consumo de combustível e até de horas efetivas de operação, poderiam ser registrados.

Durante o período de acompanhamento das atividades de beneficiamento, foram elaboradas novas planilhas (em anexo) para gerenciar estas atividades e a sugeridas a inclusão de novos indicadores.

Os equipamentos de grande porte, em geral possuem um dispositivo chamado horímetro, que registra as horas de funcionamento do equipamento. Este indicador é importante para planejar medidas de manutenção preventiva, estimar horas efetivas de funcionamento do equipamento.

Outro indicador que se julga necessário, seria o registro do abastecimento de combustível. Deste modo seria possível gerar novos indicadores de consumo e de produtividade e assim atribuir qualidade ao gerenciamento destas atividades.

De um modo geral, portanto, verifica-se um registro superficial destes indicadores durante estas atividades.

5.3.9 Logística Operacional

A análise da logística operacional do programa de beneficiamento dos resíduos, proposta como um dos objetivos deste trabalho, não teve o resultado esperado.

Problemas de atraso na aquisição dos equipamentos, bem como para a aquisição dos equipamentos necessários, impossibilitaram a COMCAP de aplicar a sua logística de operação proposta na elaboração do projeto e portanto não foi possível verificar o uso das caixas estacionárias e da mobilidade do novo picador florestal em outras bases da companhia.

6 CONCLUSÕES

O beneficiamento dos resíduos de podas, é uma atividade de gestão integrada dos resíduos sólidos urbanos ainda muito recente no Brasil, mas que tem sido impulsionada pela Política Nacional de Resíduos Sólidos, instituída pela Lei Federal Nº 12.305 de agosto de 2010.

Poucos são os municípios no país que estão em busca de adequar-se às metas e prazos propostos por esta lei federal, em especialmente no que diz respeito à reciclagem dos resíduos sólidos orgânicos.

Poucos também são os estudos publicados sobre este tema em nível nacional, muito embora tenha-se percebido uma mudança deste cenário nos últimos anos.

O início beneficiamento dos resíduos de podas iniciado pela COMCAP no ano de 2011, não contou com a "economia de experiência" absorvida de outras iniciativas no país. Deste modo, muitos foram os erros, os fracassos e principalmente os aprendizados durante os anos de operação deste programa.

Com a captação dos recursos financeiros oriundos do Fundo de Reconstituição de Bens Lesados - FRBL, este programa que estava na iminência de ser encerrado, ganhou forças com a chegada de novos equipamentos.

No início do programa em 2011, pouco se falava sobre o tema, o que levou a companhia ter que encarar este grande desafio sem experiência alguma, no gerenciamento dos resíduos de podas.

A avaliação do programa de beneficiamento dos resíduos de podas realizado na COMCAP, como proposta para este trabalho, no qual acompanharam-se estas atividades por aproximadamente 6 meses revelou as dificuldades que a companhia tem enfrentado no gerenciamento dos resíduos de podas no município de Florianópolis.

Problemas operacionais devido à escassez de funcionários, de equipamentos em bom estado de conservação, de manutenção de equipamentos, bem como de estrutura física, associados à falta de recursos tem limitado a implantação de melhorias no CTREs do Itacorubi, o que compromete de um certo modo, as atividades realizadas nesta unidade e inclusive a de beneficiamento dos resíduos de podas.

A baixa produção de cavacos produzidos durante os 3 anos de programa, refletiu na baixa porcentagem de beneficiamento e no

acúmulo de uma grande quantidade de resíduos de podas no Pátio de Podas do CTReS.

O beneficiamento dos resíduos de podas, mostrou-se ser uma atividade que pode trazer consideráveis economias para os cofres da companhia, com o desvio da destinação final destes resíduos nos aterros sanitários.

Os cavacos produzidos apresentaram diversas aplicações que não somente o uso como matéria prima para a compostagem. Estes materiais tem sido usados na COMCAP para ações de educação ambiental que envolvam o reuso dos resíduos de podas, como seu uso em hortas orgânicas e em canteiros ornamentais.

Com relação avaliação as metas propostas pelo projeto, bem como da avaliação da proposta operacional elaborada pela COMCAP no início do projeto, verificou-se que problemas de aquisição dos equipamentos impossibilitaram a COMCAP de realizar a operação deste programa conforme o planejado.

A metodologia atualmente realizada na companhia, difere um pouco da proposta inicialmente deste projeto, muito embora isso é aceitável diante das dificuldades enfrentadas.

A esperança de que este atual cenário na companhia, caracterizado pelos baixos índices de beneficiamento dos resíduos de podas e pelo constante acúmulo dos resíduos de podas sem beneficiamento possa ser mudado, é enorme.

Para isto a COMCAP deve encarar um desafio maior ainda: reestruturar suas unidades com novos equipamentos e novos funcionários, uma vez que todas as suas unidade operam com um quadro de funcionários e equipamentos muito abaixo do necessário.

Cabe ressaltar que o Brasil carece de trabalhos referentes a esta temática em seu atual momento. As possibilidades de beneficiamento destes resíduos são inúmeras.

Finalmente, espero que este trabalho possa servir de apoio para outros trabalhos que possam vir a ser realizados num futuro breve.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, M.S. (1994). **Compostagem de resíduos vegetais: a proposta de Curitiba**. In: SIMPÓSIO LUSOBRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 6., v.I, tomo2, p.143-154.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1987). **NBR 10004 - Resíduos sólidos - Classificação**. São Paulo.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1990). **NBR 11174 - (ou NB 1264 de 1989) Armazenamento de resíduos Classe II - não-inerte e III - inertes - Procedimentos**. São Paulo.

AMCB Associação de Municípios Cova da Beira. **Central de Compostagem**. 2006. [Online]. Disponível em:<<http://www.amcb.pt/>>. Acesso em 19 jun. 2013.

BIDONE, F.A.; **Resíduos sólidos provenientes de coletas especiais: eliminação e valorização**. 2001 [Online], Disponível em:<<http://www.finep.gov.br/prosab/livros/prosabbidonefianal.pdf/>> . Acesso em 19 jun. 2013.

BRITO, E. do N. & MOREIRA, I. V. D. (Orgs.) **Legislação Ambiental Básica**. Rio de Janeiro: Fundação Estadual de Engenharia do Ambiente, 1992.

BOBROWSKI, R. **Estrutura e dinâmica da arborização urbana de ruas de Curitiba, Paraná, no período 1984 - 2010**. Curitiba, 2011 144p. Tese (Mestrado). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

CARDOSO, G. V.; ROSA, C. A. B.; GUARIENTI, A. F.; PEDRAZZI, C.; SOUZA, M.C.H.; FRIZZO, S.M. B.; FOELKEL, C.E.B. Adequação de metodologia amostral de madeira de *Eucalyptus saligna* e *Eucalyptus globulus* para determinação do teor de cinzas. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE CELULOSE E PAPEL, 34., 2001, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel, 2001

COMPANHIA DE SANEAMENTO DO PARANÁ (1997a). **Manual técnico para utilização agrícola do lodo do esgoto no Paraná**. Curitiba, Sanepar. 96p.

COMPANHIA DE SANEAMENTO DO PARANÁ (1997b). **Reciclagem agrícola do lodo de esgoto**. Curitiba, Sanepar. 81p.

CORTEZ, L. C. **Estudo do potencial de utilização da biomassa resultante da poda de árvores urbanas para a geração de energia: Estudo de Caso: AES ELETROPAULO**. São Paulo, 2010. 246p. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

D'ALMEIDA, M.Luiza; VILHENA, André. **Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado**. 2. ed. São Paulo: IPT/CEMPRE, 2000. 370 p.

DEPARTAMENTO MUNICIPAL DE LIMPEZA URBANA (1993). **Os caminhos do lixo da origem ao destino final**. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE RESÍDUOS SÓLIDOS, 1., São Paulo. volume único, 50p.

DIAS, M. C. O. et al. **Manual de impactos ambientais: orientações básicas sobre aspectos de atividades produtivas**. Fortaleza: Banco do Nordeste, 1999. 158p

FATIMA, M. **Manejo integrado dos resíduos sólidos de poda da cidade de Recife**. Dissertação para obtenção do título de Especialista em Gestão e Controle Ambiental da Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco, 2003.

FERNANDES, F.; SILVA, S.M.C. (1999). **Fundamentos do processo de compostagem aplicado ao tratamento de biossólidos**. In: Manual prático para compostagem de biossólidos. 84p.

GEA - Grupo de Estudos Ambientais da Escola Superior de Biotecnologia, 2005 [Online]. Disponível em: <<http://www.escolasverdes.org/compostagem/compost/intro2.html>>. Acesso em 20 jun. 2013.

INÁCIO, C.T, MILLER, P.R.M. **Compostagem: Ciência e prática aplicadas a gestão de resíduos**. Embrapa Solos. Rio de Janeiro, 2009, p.156.

IPCC (INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE), 2007. [Online]. Disponível em: <<http://www.ipcc.ch>>. Acesso em 20 jun. 2013.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes Orgânicos**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1985. 492p.

LOPES, A. A. **Estudo da Gestão e do Gerenciamento Integrado dos Resíduos Sólidos Urbanos no Município de São Carlos (SP)**. 2003. 178p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos/SP, 2003.

MEIRA, A. M. **Gestão de resíduos da arborização urbana**. Piracicaba, 2010. 178p. Tese (Doutorado). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2010.

MILANO, M. S. **Curso sobre Arborização Urbana**. Curitiba: FUPEF, 1991. 75p.

MINISTÉRIO PÚBLICO DE SANTA CATARINA. **Poda da arborização urbana: ultraje ao ambiente e à sustentabilidade da cidade**. 2007. Disponível em: < www.mp.rs.gov.br/ambiente>. Acesso em: 25 jun. 2013.

NINNI, K. **Municípios buscam reciclar suas árvores**. O Estado de São Paulo. São Paulo, 30 de junho de 2010. Disponível em <http://www.estadao.com.br/estadaodehoje/20100630/not_imp574014,0.php>.

NOLASCO, A. M. **Resíduos da colheita e beneficiamento da caixeta - *Tabebuia cassinoides* (Lam.) DC.: caracterização e perspectivas**. São Carlos. 2000. 171p. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo. São Carlos, 2000.

PEREIRA, J. **Monitoramento dos incêndios florestais e queimadas no Brasil**. Revista Floresta, Curitiba, v.34, n. 2, p. 255, Mai/Ago, 2004.

PEREIRA NETO, J.T.; CUNHA, W.G. (1995). **Influência da inoculação de composto orgânico maturado, no período de compostagem de resíduos orgânicos**. In: XVIII CONGRESSO DA ABES, 28., Salvador. 7p.

PIVETTA, K.F. L.; SILVA FILHO, D.F. **Arborização Urbana**. Boletim Acadêmico. Jaboticabal, SP: UNESP/FCAV/FUNEP. 2002. 75p

PMF. **Plano Municipal de Saneamento Básico de Florianópolis**. Florianópolis, 2004, disponível em: <

<http://www.pmf.sc.gov.br/entidades/habitacao/?cms=plano+integrado+de+saneamento+basico>> Acesso em: 21 jun. 2013.

PORTO ALEGRE (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. **Manual de Arborização e Poda**. Porto Alegre, 2000.

SMA, SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE. Gerenciamento de resíduos sólidos: uma visão de futuro. São Paulo: SMA, 2005

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Verde e do Meio Ambiente. **Manual Técnico de Arborização Urbana**. São Paulo, 2005.

SÃO PAULO. **Política estadual de resíduos sólidos**. 2006. Disponível em:<http://www.cetesb.sp.gov.br/licenciamentoo/legislacao/estadual/leis/2006_Lei_Est_123_00.pdf>. Acesso em: 24 abr. 2008.

SILVA, L. F. **Situação da arborização viária e proposta de espécies para os bairros Antônio Zanaga I e II, da cidade de Americana/SP**. 2005. 80 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2005.

SILVA FILHO, D.F. Videografia Aérea Multiespectral em Silvicultura Urbana. **Ambiência Guarapuava**, PR. Edição Especial, v.2 p. 55-68, abr. 2006.

SMA, SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE. **Gerenciamento de resíduos sólidos: uma visão de futuro**. São Paulo: SMA, 2005.

TEIXEIRA, C. **Higienização de lodo de estação de tratamento de esgoto por compostagem termofílica para uso agrícola**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2012.

VAILATI, Jorge. **Agricultura Alternativa e Comercialização de Produtos Naturais**: I.B.D – Instituto Biodinâmico de Desenvolvimento Rural, Botucatu, SP, 1998. 71p.

VERAS, L.M.S.C. Plano de arborização de cidades – metodologia. In: CONGRESSO NORDESTINO DE ECOLOGIA, 1986. Recife. **Anais...** Recife: UFRPE, Departamento de Biologia, 1986. p. 8-14

VERAS, L.M.S.C. Plano de arborização de cidades – metodologia. In: CONGRESSO NORDESTINO DE ECOLOGIA, 1986. Recife. **Anais...** Recife: UFRPE, Departamento de Biologia, 1986. p. 8-14.

WALDEMAR, C.C. (1997). **O aproveitamento dos resíduos vegetais de origem urbana em Porto Alegre: a produção de composto orgânico.** In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE EDIFICAÇÕES SUSTENTÁVEIS, 1., Canela. Anais. v. único, p.101- 106.