

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS
ENGENHARIA AMBIENTAL

Compostagem dos Resíduos Orgânicos do Restaurante
Universitário do Campus 2 da USP São Carlos -
Balanço do funcionamento inicial e propostas de melhorias

Aluno: Pedro Henrique de Oliveira Zanette

Orientador: Prof. Dr. Valdir Schalch

Monografia apresentada ao curso
de graduação em Engenharia
Ambiental da Escola de
Engenharia de São Carlos da
Universidade de São Paulo.

São Carlos, SP
2015

Pedro Henrique de Oliveira Zanette

Compostagem dos Resíduos Orgânicos do Restaurante
Universitário do Campus 2 da USP São Carlos -
Balanço do funcionamento inicial e propostas de melhorias

Monografia apresentada ao curso
de graduação em Engenharia
Ambiental da Escola de
Engenharia de São Carlos da
Universidade de São Paulo.

Área de concentração:
Gestão e gerenciamento de resíduos sólidos

Orientador: Prof. Dr. Valdir Schalch

São Carlos, SP, 2015

AUTORIZO A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO,
POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS
DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Z28c Zanette, Pedro Henrique de Oliveira
Compostagem dos Resíduos Orgânicos do Restaurante
Universitário do Campus 2 da USP São Carlos - Balanço
de seu funcionamento inicial e propostas de melhorias /
Pedro Henrique de Oliveira Zanette; orientador Valdir
Schalch. São Carlos, 2015.

Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental) --
Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de
São Paulo, 2015.

1. compostagem. 2. resíduos orgânicos. 3. gestão e
gerenciamento de resíduos sólidos. I. Título.

FOLHA DE JULGAMENTO

Candidato(a): **Pedro Henrique de Oliveira Zanette**

Data da Defesa: 29/10/2015

Comissão Julgadora:

Resultado:

Valdir Schalch (Orientador(a))

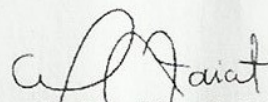
APROVADO

Carolina Ibelli Bianco

Aprovado

Amanda Borges Ribeiro

Aprovado



Prof. Dr. Marcelo Zaiat

Coordenador da Disciplina 1800091- Trabalho de Graduação

À minha mãe e meu pai, Elvira e Antonio, as
pessoas mais importantes na minha vida, que
possibilitaram tudo o que já fiz.

AGRADECIMENTOS

À minha família, que teve paciência e acreditou em minhas decisões, me apoiando sempre que necessário.

À Vivian, minha companheira, fonte de ânimo e inspiração. Agradeço por todo aprendizado, danças, sorrisos e carinhos neste caminhar.

Ao GEISA (Grupo de Estudos e Intervenções Socioambientais) e a todos que conheci por ali, agradeço as oportunidades e a determinação dos companheiros em seguir trabalhando para uma real mudança nas questões socio ambientais. Sem vocês este trabalho não seria viável.

Ao professor Valdir Schalch, pela orientação e por sempre acreditar em nosso trabalho.

Aos companheiros e companheiras da Associação Veracidade por todos os momentos que vivemos na construção do coletivo e por todas as conversas na cozinha. Agradeço especialmente a todos os amigos que se envolveram com o projeto GIRO (Gestão Integrada de Resíduos Orgânicos), por me inspirarem a seguir aprendendo sobre a compostagem.

Agradeço aos companheiros e companheiras do Rochedo de Ouro, em especial na figura de Chico, Manu e Gordo. Grupo de maracatu que é talvez a grande escola da minha vida, que abriu meus olhos para tantos caminhos e tantas alegrias deste Brasil.

Aos amigos do CEPAGRO (Centro de Estudos e Promoção da Agricultura de Grupo) que possibilitaram a participação de tanta gente em um curso de formação em gestão de resíduos orgânicos que foi sensacional. Gostaria de agradecer também a todos que contribuíram com a vakinha para o pagamento da passagem para eu ir ao curso.

Aos amigos de música, aos amigos de luta, aos amigos de papo pro ar, afinal sem eles a vida não teria graça.

Resumo

Zanette, P.H.O. **Compostagem dos Resíduos Orgânicos do Restaurante Universitário do Campus 2 da USP São Carlos** - Balanço do funcionamento inicial e propostas de melhorias. Trabalho de graduação- Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2015.

Em 2010 foi regulamentada a Política Nacional de Resíduos Sólidos, que instituiu uma série de instrumentos e estratégias com a intenção de alterar a situação dos impactos provocados pelos resíduos sólidos e seu mal gerenciamento, elencando também a hierarquia na gestão de resíduos a não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. A fração orgânica dos resíduos sólidos urbanos compõe aproximadamente 50% de toda a massa de resíduos produzida no Brasil. Desta forma desviar dos aterros sanitários esta fração se mostra uma importante e sábia alternativa para cumprir esta hierarquia, evitar impactos gerados nos aterros e também aumentar sua vida útil, além de outros benefícios. Este trabalho teve o intuito de analisar e registrar as experiências ocorridas no pátio de compostagem do Campus 2 da USP São Carlos durante 2013 a 2015. Traz um balanço deste período inicial, seguido de propostas de melhorias em sua metodologia e organização do espaço de trabalho de forma a avançar na adequação do gerenciamento de resíduos sólidos da USP em relação a Política Nacional. Traz também a quantificação de massa de resíduos que foram coletados durante um período que permite a extrapolação de dados para dimensionamento e futuros estudos. Os resultados mostraram que as mudanças na montagem das composteiras trouxeram maior eficiência no trabalho, melhoria na ergonomia, indicaram uma maior eficiência na produção de composto e que este pátio ainda possibilita receber um maior aporte de resíduos. Observou-se também, que a existência desta unidade descentralizada de compostagem dentro de uma instituição de ensino, além de promover correta destinação dos resíduos orgânicos gerados, constitui um importante espaço de aprendizagem, fomentando a educação ambiental da comunidade universitária, assim como das escolas visitantes do projeto. Permite uma melhor formação do profissional de engenharia ambiental por conta da vivência no trabalho prático, onde trata-se mais de 13 toneladas de resíduos em um ano, tendo como produto final o composto.

Palavras chave: compostagem, resíduos orgânicos, gestão e gerenciamento de resíduos sólidos.

Abstract

Zanette, P.H.O. **Composting the organic waste of the USP São Carlos' Restaurant-** Analysis of its operation and proposals. Trabalho de graduação- Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2015.

In 2010 the National Policy on Solid Waste was regulated, instituting a series of strategies and instruments intentioned to modify the situation caused by the solid wastes and their bad management, and also lists the priority of actions this management starting on not generate, reduce, reuse, recycle, to treat the waste and for last a fine environmentally final destination for the waste. The organic fraction of urban solid waste composes 50% of all mass produced in Brasil. So deviate this relevant part from landfill sites, is an important alternative to avoid impacts on these sites and to increase their time until get full, besides other benefits. This work intends to analyse the experience of the composting site in USP São Carlos during the period between 2013 and 2015. It brings a balance about this initial period, followed by improvement proposals in organization and methodology, to make USP advance on your solid waste management, according to the National Policy. This work also brings a mass quantification of the collected organic waste during a smaller period, which allows to have an estimate for sizing and future studies. The results shows that changing the way of building the composts increased the efficiency on the labor, improving the work ergonomics, indicates higher efficiency on the compost production and that this composting site can receive even more mass. It was also noted that the existence of this composting site inside an educational institution, besides the promotion of an adequate solid waste management, is an important learning space, promoting an environmental education to the university community, such as to the schools that visits the project. It also allows that the environmental engineering student have practical experiences in a place where more than 13 tons of organic waste are treated, with compost as the final product.

Key words: composting, organic waste, solid waste management.

Lista de Siglas e Abreviaturas

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.

ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza e Resíduos Especiais.

APASC - Associação para a proteção ambiental de São Carlos

CDCC - Centro de Divulgação Científica e Cultural

CEMPRE – Compromisso Empresarial para Reciclagem.

CEPAGRO – Centro de Estudos e Promoção da Agricultura em Grupo

CNM – Confederação Nacional dos Municípios.

COMCAP – Companhia Melhoramentos da Capital, Florianópolis.

COOPERVIDA – Cooperativa de Trabalhadores de Materiais Reciclados de São Carlos.

C/N – Relação Carbono / Nitrogênio.

EESC-USP – Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo.

FORSU – Fração Orgânica dos Resíduos Sólidos Urbanos.

GEISA – Grupo de Estudos e Intervenções Socioambientais.

GIRO – Gestão Integrada de Resíduos Orgânicos.

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.

MMA – Ministério do Meio Ambiente.

NBR - Norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas.

NEPER – Núcleo de Estudo e Pesquisa em Resíduos Sólidos.

PEV – Ponto de Entrega Voluntária.

PROSAB - Programa de Pesquisas em Saneamento Básico.

PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos.

RSU – Resíduos Sólidos Urbanos.

RU- Restaurante Universitário.

SEF – Superintendência de Espaço Físico da USP.

SGA – Superintendência de Gestão Ambiental da USP.

TG – Trabalho de graduação.

UDC – Unidade Descentralizada de Compostagem.

UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina.

UFSCAR – Universidade Federal de São Carlos.

UGRHI – Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

USP- Universidade de São Paulo.

Lista de Figuras

Figura 1- Classificação dos resíduos sólidos em função de sua fonte geradora.....	7
Figura 2- Classificação dos resíduos sólidos em função de sua periculosidade.....	8
Figura 3- Esquema resumido do processo de compostagem.....	13
Figura 4- Exemplo genérico da evolução da temperatura de uma leira em compostagem.....	14
Figura 5- Esquema de montagem de uma leira estática com aeração passiva.....	19
Figura 6- PEV no terreno.....	24
Figura 7- Leira verticalizada com pallet.....	24
Figura 8- Mapa de São Carlos, suas bacias e mananciais.....	26
Figura 9- Localização do pátio de compostagem em relação ao campus e ao bairro.....	27
Figura 10- Caçambas dos resíduos do RU do campus 2.....	30
Figura 11- Balança utilizada para pesagem.....	32
Figura 12 - Pesagem dos sacos.....	32
Figura 13- Modelo de organização do espaço do pátio de compostagem.....	34
Figura 14- Impurezas no saco de resíduos orgânicos.....	36
Figura 15 a) Leiras verticalizadas com alambrado.....	37
Figura 15 b) Leiras verticalizadas com alambrado.....	37
Figura 16- Primeiro uso do composto produzido	38
Figura 17- Primeira bateria de leiras.....	39
Figura 18 a) Leira estática com aeração passiva, sendo alimentada.....	39
Figura 18 b) Leira estática com aeração passiva, sendo coberta.....	39
Figura 19- Leira com coletor de percolado.....	40
Figura 20- Cães no pátio de compostagem.....	41
Figura 21- Leira bagunçada.....	41
Figura 22 a) Visita de turma do SESI Barra Bonita.....	42
Figura 22 b) Visita de turma do SESI Barra Bonita.....	42

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Caracterização mássica de resíduos sólidos domiciliares do município de São Carlos,SP	9
Tabela 2 - Quantificação diária, com informação de cada saco.(Kg).....	43
Tabela 3 - Resumo final das quantificações.....	44

Sumário

Resumo.....	VII
Abstract.....	VIII
Lista de Siglas e Abreviaturas.....	IX
Lista de Figuras.....	X
Lista de Tabelas.....	XI
Sumário.....	XII
1 Introdução.....	1
2 Objetivos.....	3
2.1 Objetivo Geral.....	3
2.2 Objetivos Específicos.....	3
3 Revisão Bibliográfica.....	4
3.1 Ciclos.....	4
3.2 Resíduos Sólidos.....	5
3.3 A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).....	10
3.4 A Compostagem.....	12
3.4.1 Fatores físico-químicos que influenciam a compostagem.....	16
3.4.2 Métodos de Compostagem.....	18
3.4.3 Histórico recente da compostagem em São Carlos.....	20
3.4.4 Unidade descentralizada de compostagem (UDC).....	22
4 Materiais e Métodos.....	26
4.1 Caracterização do Município de São Carlos.....	26
4.2 Caracterização da área de estudo.....	27
4.3 Histórico do projeto.....	28
4.3.1 Gerenciamento dos resíduos do Restaurante Universitário.....	29
4.4 O balanço das atividades.....	31

4.5 Quantificação dos resíduos.....	31
4.6 Propostas.....	33
5 Resultados e Discussões.....	36
5.1 O Balanço do período inicial.....	36
5.2 Resultados da quantificação.....	43
6 Conclusões.....	46
Referências	48

1 Introdução

Escuta-se muito que a natureza sofre graças ao ser humano, devido a tanto descaso, poluição e destruição. De fato nossa espécie tem causado diversos impactos ambientais, tantos deles difíceis de serem sanados. Tal realidade entretanto é retrato de um período recente na história da espécie humana notado grande avanço a partir do século XVIII junto ao aumento da industrialização, fomentando crescimento da população urbana, maior acesso a bens de consumo e desta forma maior geração de resíduos.

Mais de 80% da população brasileira hoje localiza-se em ambiente urbano, estando assim desconectada da possibilidade de produzir alimentos, remédios e outros produtos a partir do plantio e práticas caseiras. Assim existe maior consumo de manufaturados e alimentos processados contendo diversos tipos de embalagens e/ou sendo composto por materiais de baixa ou nula degradabilidade no ambiente. Por conta disso evidencia-se grande geração de resíduos sólidos que tornou-se grande desafio à sociedade: lidar com seu acúmulo.

É nesse cenário que em 2010 foi regulamentada a lei 12.305 denominada Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que dispõe sobre a gestão e o gerenciamento de resíduos sólidos e também das responsabilidades dos geradores e demais atores envolvidos. Em seu artigo 9 destaca, em relação a gestão e gerenciamento, a ordem de prioridade na sequência de não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

No ano de 2014, a geração total de resíduos sólidos urbanos (RSU) no Brasil foi de aproximadamente 78,6 milhões de toneladas, das quais em média, cada habitante teve a participação de 387,63 kg (ABRELPE, 2014). Essa pesquisa também nos traz a informação de que 41% da geração total teve destinação final inadequada. Dentre os aproximadamente 59% demais, sua maioria foi encaminhada a aterros sanitários. Para Massukado (2008)

“A dificuldade para se encontrar locais ambientalmente adequados e economicamente viáveis para a disposição dos resíduos sólidos demanda dos municípios a adoção de estratégias que prolonguem a vida útil dos aterros sanitários. Isso significa implantar programas que tenham como objetivo desviar ao máximo a quantidade de resíduos aterrada, tanto os recicláveis quanto os compostáveis.” (MASSUKADO, 2008, pg. 1)

Desviar resíduos do aterro significa reduzir a produção dos rejeitos e encontrar soluções para fechar o ciclo de vida do máximo de resíduos recicláveis e compostáveis possível.

Engana-se aquele que pensa que as soluções estarão em novas tecnologias quando necessitamos mesmo é de uma mudança de atitudes. Deixar de consumir produtos agressivos ao meio ambiente, diminuir nosso consumo reduzindo assim a geração de resíduos e reciclar o máximo.

A solução da qual se trata este trabalho baseia-se principalmente na observação e utilização dos processos naturais, partindo de processos físico-químicos feitos por pequenos seres vivos. Esta é a compostagem, que promovendo a decomposição dos resíduos orgânicos promove o fechamento do ciclo da matéria orgânica proveniente de nosso consumo.

Partindo da informação que em média mais que 50% dos RSU gerados são resíduos orgânicos, é fato que destiná-los a compostagem e não ao aterro acarretariam em diversos benefícios como aumentar a vida útil de aterros sanitários e evitaria possíveis impactos ambientais negativos provenientes da produção do chorume e de gases estufa.

A compostagem é um procedimento versátil e de baixo custo, podendo ser feita em pequenas ou largas escalas, e pode ocorrer a partir do manejo de diferentes materiais dependendo do que se tem disponível, seja usando serragem, palha seca ou cavacos de madeira.

Tomando como foco a pequena escala, as unidades descentralizadas de compostagem (UDC) podem ser desenvolvidas em escolas, centros comunitários, quintais ou até terrenos baldios promovendo a transformação de espaços urbanos que passam a ter um uso comum na vizinhança e caráter pedagógico que propicia a difusão da prática, conhecimento e fomenta a agricultura urbana e a sensibilização para a coleta seletiva.

É assim que, a partir do contexto na cidade de São Carlos, o Grupo de Estudos e Intervenções Socioambientais (GEISA), grupo de extensão de estudantes da engenharia ambiental da USP, vem desenvolvendo há mais de um ano uma UDC que se propõe a compostar os resíduos orgânicos do Restaurante Universitário do Campus 2 da USP e de construir um espaço pedagógico para receber visitas escolares e de demais interessados.

Deste modo, este trabalho apresenta como ações de compostagem podem contribuir de diferentes maneiras ao gerenciamento de resíduos sólidos e a educação ambiental.

2 Objetivos

2.1 Objetivo Geral

Registrar a experiência de tratamento de resíduos orgânicos do RU do Campus 2 da USP São Carlos, dando sequência aos relatos iniciados com o trabalho de Renato Vaz Oliveira, que em 2013 registrou o processo inicial de planejamento e os primeiros passos do grupo no pátio de compostagem.

2.2 Objetivos específicos

- Analisar o balanço das atividades da UDC que ocorreram em seu primeiro ano de funcionamento;
- Propor uma nova metodologia de montagem de leiras, tornando este um exemplo de implementação da compostagem seguindo princípios da PNRS;
- Capturar novos dados de massa possibilitando dimensionamento dos resíduos reciclados e obtenção de informações para planejamento.

3 Revisão Bibliográfica

3.1 Ciclos

Em nosso mundo vivemos rodeados por matéria, sejam as pessoas, plantas, minerais, o ar e tudo isto segue em movimento, mantendo a dinâmica da vida. A compreensão de que toda matéria se transforma é necessária para entendermos que nada é permanente da maneira como está. Ana Primavezi (2009, pg. 5) nos ajuda a entender melhor quando diz que :

os micróbios (...) decompõem todos animais e homens mortos, para que nosso planeta seja sempre pronto a receber nova vida e não viaje pelo espaço somente com uma enorme carga de cadáveres. Igualmente, porém, decompõem tudo que é deficiente, doente, fraco e velho. A vida não pode degenerar, ela tem de permanecer forte e vigorosa para continuar através dos milênios. O solo é o alfa e omega, o início e o fim de tudo.

E complementa:

É o velho... “mementi mori” que reza: lembra-te que és pó e a pó tornarás.” Tomou-se isso como um infantilismo religioso, que imaginava que Deus era o primeiro oleiro quando fez Adão. Mas, na verdade é uma sabedoria muito antiga que o corpo vem da terra e volta a ser terra. O corpo humano, como tudo que é vivo na Terra, é feito de carbono- água - oxigênio ($C_6H_{12}O_6$) e minerais. Forma os ossos e o sangue, músculos, nervos, hormônios proteínas, etc e, torna a ser água, oxigênio, carbono e minerais depois de morrer. O que é material no homem, ou seja seu corpo, é feito de minerais que vem da terra e volta a ser terra.(Primavezi, 2009, pg. 6)

Compreende-se assim que a matéria está sempre mudando, e os átomos que compunham um ser humano voltarão à terra e seguirão a ser outra coisa, assim como a planta que comemos também torna-se proteína de nosso corpo.

A ciência nos ensinou a observar para aprender com o comportamento das coisas e em nosso mundo é possível observar que tudo é cíclico. Desde o Sol ou a Lua, bastante

conhecidos e que determinam nosso calendário, os processos do corpo humano como a digestão, a respiração e a menstruação. Toda a vida está repleta de ciclos diversos que seguem transformando as coisas. Ter clareza de que cada coisa segue seu ciclo nos auxilia a entender o complexo funcionamento da natureza.

Esta é prerrogativa para analisarmos a problemática dos resíduos sólidos e de que é necessário fecharmos os ciclos das diversas matérias para conseguir avançar. Dar função ao resíduo significa torná-lo matéria prima de um processo seguinte, seguindo a dinâmica da vida.

3.2 Resíduos Sólidos

É possível contextualizar a situação focando em alguns pontos relacionados aos hábitos pessoais analisando que após a Segunda Guerra Mundial, o acelerado desenvolvimento tecnológico permitiu a introdução constante, e com velocidade crescente, de novas tecnologias e de novos materiais que contribuem para a melhorar a performance técnica e para a reduzir os preços e também do ciclo de vida útil de grande parte dos bens de consumo duráveis e semiduráveis. Esses materiais, essas tecnologias e a obsolescência programada permitem a satisfação dos conceitos de diferenciação entre as empresas no mercado. O acelerado ímpeto de lançamento de inovações no mercado cria um alto nível de obsolescência desses produtos e reduz seu ciclo de vida, tornando estes descartáveis. (LEITE, 2003)

E Fresca (2007, pg.28) complementa,

O crescimento da população gerou um crescimento na geração dos resíduos, porém a mudança nos hábitos de consumo tem levado a um aumento ainda maior da sua geração. A sociedade atual investe cada vez mais em produtos descartáveis, produtos estes que se tornam rapidamente inúteis e indesejáveis para o indivíduo e, assim, rapidamente se tornam resíduos.

As consequências deste aumento na geração de resíduos acarretou diversos impactos,

provocando a poluição de rios, solos, ar, problemas de saúde pública e implicações negativas aos demais ecossistemas. O acúmulo destes resíduos passou a alterar a paisagem, o que também possibilitou o aumento de focos de vetores de doenças. Desta forma, nas últimas décadas setores da sociedade tem articulado a regulamentação de normas e leis para determinar caminhos que possibilitem solucionar os problemas.

No Brasil, as definições a respeito dos resíduos sólidos encontram-se na NBR 10.004¹ de 2004 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)

resíduos sólidos são resíduos nos estados sólidos e semi-sólidos, que resultam de atividades da comunidade, de origem: industrial, doméstica, de serviços de saúde, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Consideram-se também resíduos sólidos os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos, cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpo d'água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível. (ABNT, 1987)

A PNRS define em seu artigo 3º

XVI - resíduos sólidos: material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível;

Abreu (2013, pg.23) traz definição complementar dizendo que,

São considerados resíduos sólidos os materiais gerados pelas atividades humanas, passíveis de reciclagem e/ou reutilização (COMCAP, 2002). Sua composição varia qualitativa e quantitativamente de região para região, conforme a presença de indústrias, comércio e residências, assim como o hábito cultural. A caracterização dos resíduos é importante, pois orienta o planejamento de coleta, destinação e tratamento.

1 A ABNT NBR 10004 foi elaborada pela Comissão de Estudo Especial Temporária de Resíduos Sólidos

Muitos materiais com diversas origens deixam claro a complexidade de lidar com esta questão. Os resíduos são produtos das atividades humanas e dependendo de sua composição ou origem devem ter destinação diferente para evitar os demais problemas.

Os quadros abaixo produzidos pelo NEPER-USP possibilitam a compreensão da classificação dos resíduos sólidos por conta de sua origem e por conta de sua periculosidade, respectivamente nas figuras 1 e 2.

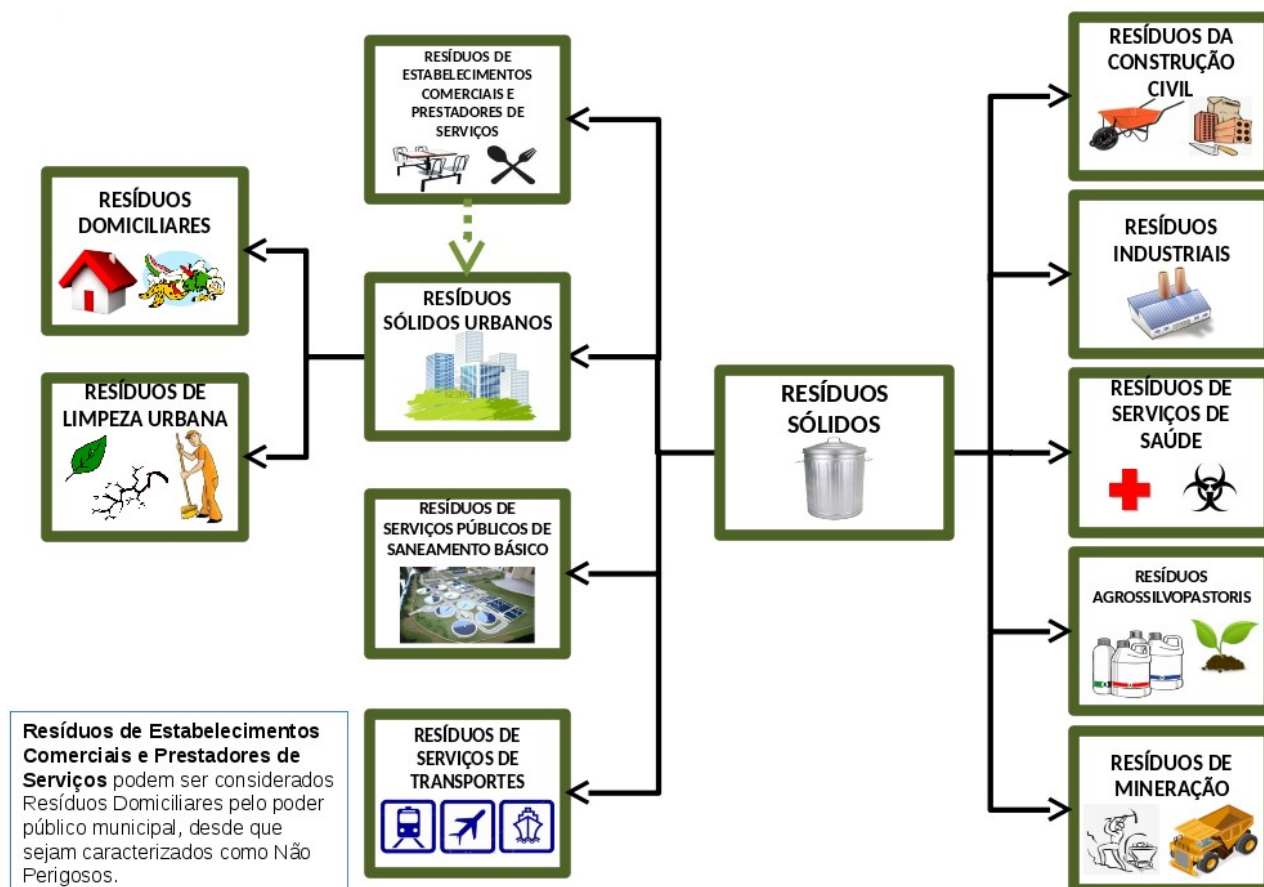


Figura 1: Classificação dos resíduos sólidos em função de sua fonte geradora . Fonte: Schalch; Castro; Córdoba (2013).

Este diagrama de blocos traz as informações contidas no artigo 13º da PNRS,

Art. 13. Para os efeitos desta Lei, os resíduos sólidos têm a seguinte classificação:

I - quanto à origem:

- a) resíduos domiciliares: os originários de atividades domésticas em residências urbanas;
- b) resíduos de limpeza urbana: os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana;
- c) resíduos sólidos urbanos: os englobados nas alíneas “a” e “b”;

- d) resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos nas alíneas “b”, “e”, “g”, “h” e “j”;
- e) resíduos dos serviços públicos de saneamento básico: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos na alínea “c”;
- f) resíduos industriais: os gerados nos processos produtivos e instalações industriais;
- g) resíduos de serviços de saúde: os gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS;
- h) resíduos da construção civil: os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis;
- i) resíduos agrossilvopastoris: os gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades;
- j) resíduos de serviços de transportes: os originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira;
- k) resíduos de mineração: os gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios;
- II - quanto à periculosidade:
- a) resíduos perigosos: aqueles que, em razão de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, apresentam significativo risco à saúde pública ou à qualidade ambiental, de acordo com lei, regulamento ou norma técnica;
- b) resíduos não perigosos: aqueles não enquadrados na alínea “a”.
- Parágrafo único. Respeitado o disposto no art. 20, os resíduos referidos na alínea “d” do inciso I do caput, se caracterizados como não perigosos, podem, em razão de sua natureza, composição ou volume, ser equiparados aos resíduos domiciliares pelo poder público municipal.

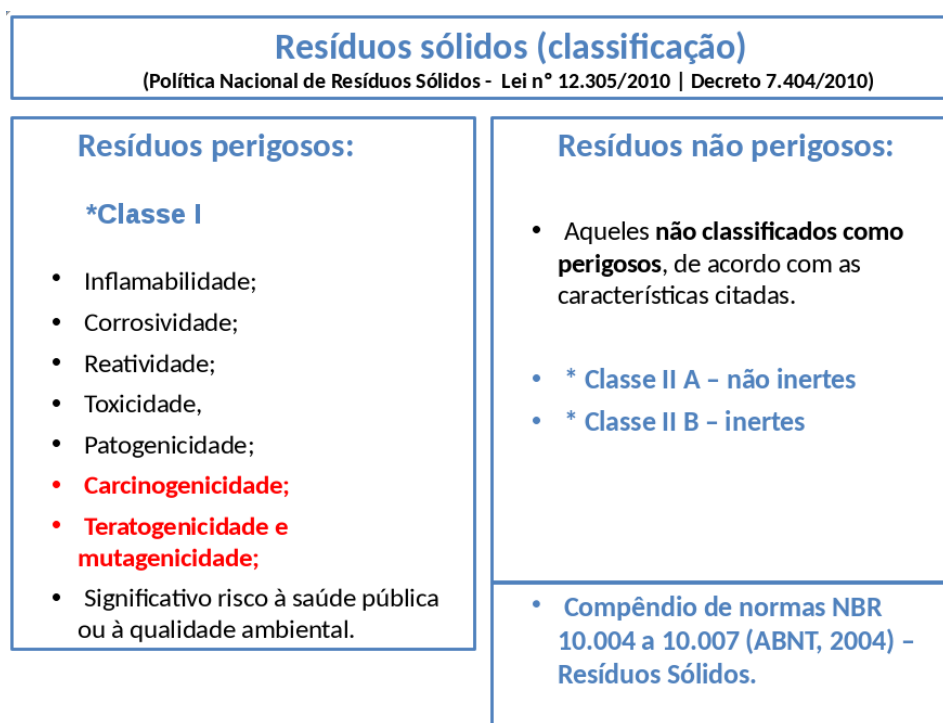


Figura 2: Classificação dos resíduos sólidos em função de sua periculosidade. Fonte: NEPER-USP

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT – NBR 10007, 2004) a caracterização é a “determinação dos constituintes e de suas respectivas porcentagens em peso e volume, em uma amostra de resíduos sólidos, podendo ser físico, químico e biológico”.

Esta caracterização é fundamental para fins de estudo e planejamento, possibilitando avaliar a geração de cada tipo de resíduo sólido no município e traçar ações que possibilitem sua separação e seguinte destinação.

Em 2005, foi realizada caracterização dos resíduos sólidos em São Carlos, município no qual este trabalho foca sua discussão. Em sua dissertação de mestrado, Fresca(2007) registrou o procedimento e trouxe os resultados como podem ser vistos na tabela 1. Também são trazidos os resultados de Gomes(1989) obtidos anteriormente.

Tabela1:Caracterização mássica de resíduos sólidos domiciliares do município de São Carlos, SP

TIPOS DE RESÍDUOS	GOMES, 1989	FRÉSCA, 2007
Matéria Orgânica	56,70%	59,08%
Papel e Papelão	21,30%	6,44%
Plásticos	8,50%	10,47%
Metal e Alumínio	5,40%	1,31%
Vidro	1,40%	1,67%
Tetra Pak	-	0,94%
Rejeitos/Outros	6,70%	20,09%

Fonte: Fresca, 2007, pg.115.

A caracterização pode ser dividida em 3 principais tipificações:

- Matéria Orgânica;
- Materiais Recicláveis secos (papel e papelão, plásticos, metal e alumínio, vidro, Tetra Pak);
- Rejeitos/outros.

Nota-se que em ambas as caracterizações, mais da metade da massa total de resíduos é composta por matéria orgânica. Isto comprova a importância de garantir uma destinação adequada para esta parcela de resíduos, sendo que esta tipificação é foco deste trabalho.

Esta importante parcela é denominada Fração Orgânica dos Resíduos Sólidos Urbanos (FORSU), composta por resíduos provenientes do preparo e desperdício de refeições, cascas e

vegetais estragados, poda de jardins e de vias públicas.

3.3 A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)

A lei 12.305/2010, a PNRS, tem como principal objetivo eliminar formas inadequadas de destinação e disposição final de resíduos sólidos servindo de guia para que resíduos recicláveis e reutilizáveis sejam encaminhados para uma destinação final ambientalmente adequada e que os rejeitos tenham uma disposição final ambientalmente adequada.

De acordo com o 3º artigo da lei, rejeito é o resíduo sólido que já não tem viabilidade técnica ou econômica de tratamento ou recuperação, tendo assim que ser disposto em aterro sanitário. Desta forma, fica explícito na lei que, caso haja viabilidade, este resíduo deverá ser reutilizado ou reciclado, assim tendo uma destinação adequada. (CNM, 2015)

Abreu (2013, pg. 28) problematiza a situação e diz que “grande quantidade destes resíduos deixa de ser reciclada e compostada e a perda deste potencial de valorização dos resíduos sólidos urbanos é um fator causador de poluição e desperdício de matérias-primas e energia” esta questão reforça o artigo 9º da lei que traz como ordem de prioridade na gestão e gerenciamento de resíduos a não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (BRASIL, 2010).

Ao deixar a disposição final por último, essa ordem busca transformar além do fim da cadeia dos resíduos sólidos, mostrar como é importante modificar a cultura de consumo exacerbado e também reduzir a geração de produtos que não possam ser reutilizados ou reciclados.

Segundo Schalch et. al (2002), gerenciamento refere-se aos aspectos tecnológicos e operacionais da questão. Envolve fatores administrativos, gerenciais, econômicos, ambientais e de desempenho (produtividade e qualidade, por exemplo) e relaciona-se à prevenção, redução, segregação, reutilização, acondicionamento, coleta, transporte, tratamento, recuperação de energia e destinação final de resíduos sólidos. A gestão de resíduos sólidos baseia-se nas políticas públicas voltadas para esta área, através dos modelos de gestão, somando-se ao gerenciamento, que por sua vez compreende a execução das atividades (ABREU, 2013).

Seguindo a hierarquia estipulada no artigo 9º para se garantir um melhor gerenciamento dos resíduos já gerados deve-se priorizar a reutilização e a reciclagem antes da disposição final. Estas são definidas também no artigo 3º da PNRS:

XIV - reciclagem: processo de transformação dos resíduos sólidos que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos, observadas as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos competentes do Sisnama e, se couber, do SNVS e do Suasa;

XVIII - reutilização: processo de aproveitamento dos resíduos sólidos sem sua transformação biológica, física ou físico-química, observadas as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos competentes do Sisnama e, se couber, do SNVS e do Suasa;

Como demonstrado na Tabela 1 aproximadamente 80% dos resíduos sólidos de São Carlos poderiam então ser desviados do aterro sendo reciclados ou reutilizados.

A definição de reciclagem “ permite concluir que a parcela orgânica dos resíduos sólidos, transformada em adubo através da compostagem, é passível de reciclagem.”(Oliveira, 2014 pg. 6).

A legislação prevê a responsabilidade compartilhada entre governo, empresas e população na questão dos resíduos urbanos, determinando o fim dos lixões até 2014 e o descarte em aterros sanitários apenas dos materiais que não podem ser reciclados. A logística reversa, ou seja, a coleta e o retorno de materiais à indústria após o consumo, passou a ser obrigatória para alguns setores.(CEMPRE, 2013)

Para o sucesso destes encaminhamentos se faz necessária a correta separação das diferentes tipologias de resíduos sólidos. No Brasil encontra-se duas propostas para a separação que consistem nas estações de triagem e na coleta seletiva.

As estações de triagem consistem em estruturas industriais em que após a coleta tradicional de RSU, este é separado e posteriormente encaminhado para reciclagem. Considera-se a Implementação de tal solução mais simples do que programas de coleta seletiva, por envolver aspectos técnicos e não necessitar mudar hábitos culturais cotidianos. Porém esta é uma solução considerada de menor eficácia em relação a tais programas pois o material recolhido possui alto grau de contaminantes, além de não contribuir para a educação ambiental. (IPEA, 2012)

Sendo assim a coleta seletiva é a melhor alternativa e foi

definida na Lei Federal no 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, como a coleta de resíduos sólidos previamente separados de acordo com a sua constituição e composição, devendo ser implementada por municípios como forma de encaminhar as ações destinadas ao atendimento do princípio da hierarquia na gestão de resíduos. (ABRELPE, 2014 pg. 41)

Isto significa que o gerador de resíduos tendo recipientes diferenciados para os diferentes tipos de resíduos sólidos evitam a contaminação e gastos com lavagem dos recicláveis tornando viável a reciclagem. Tem sido utilizada como segregação ideal aquela feita em 3 parcelas matéria orgânica, recicláveis secos e rejeitos. Os rejeitos compõe a menor parcela em peso e seguem ao aterro.

Os recicláveis secos tem sido objetivo de programas e projetos voltados a formação de Cooperativas de catadores, assim como consta na PNRS (2010, pg.4) em seus instrumentos, “o incentivo à criação e ao desenvolvimento de cooperativas ou de outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis;” e em seus princípios a “integração dos catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis nas ações que envolvam a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos”. (BRASIL, 2010, pg.4)

Transportados sem segregação, os recicláveis são triados pelos(as) catadores(as) em suas sedes pois ali promovem uma separação por tipos de materiais mais detalhada diferenciando tipos de plásticos, metais, papéis, etc, qualificando melhor a separação para posterior venda. E simultaneamente a matéria orgânica assim pode ser destinada a compostagem ou a alimentação de animais.

Para Inácio & Miller (2009) a separação na origem da fração orgânica para a coleta seletiva é indispensável, garante que ela não se misture com a fração inerte (vidro, plástico, papel) resultando em um composto de bom aspecto e boa qualidade. Constituindo assim um modelo de tratamento eficiente e de baixo custo.

3.4 A Compostagem

Antes mesmo da existência de nossa espécie a ciclagem da matéria orgânica

promovendo a adubação do solo já ocorria. Bastou o ser humano utilizar da observação para que compreendesse o processo natural de transformação da matéria orgânica em húmus para que conseguisse reproduzi-lo de forma organizada, planejada e controlada para obter adubo. (Manual MMA, 2010)

Assim de acordo com Massukado (2008), a compostagem pode ser definida como um processo controlado de decomposição aeróbia e exotérmica de resíduos orgânicos biodegradável, por meio da ação de microrganismos, com liberação de gás carbônico e vapor de água, produzindo, ao final, um produto estável e rico em matéria orgânica.

A compostagem pode ser feita em qualquer local, seja na zona urbana ou rural, em cada localidade com insumos diferentes, dependendo do que se tem em mãos.

Amontoando-se matéria orgânica de forma a garantir algumas condições ambientais, dentre elas especialmente a aeração, acontece a decomposição na presença de oxigênio. Isso ocorre devido ao desenvolvimento de bactérias aeróbias, fungos e actinomicetos (Massukado, 2008). “Os componentes orgânicos biodegradáveis passam por etapas sucessivas de transformação (...) resultando num processo bioquímico altamente complexo.” (PROSAB, 1999, cap. 1) De forma resumida o esquema abaixo apresenta o processo da compostagem:

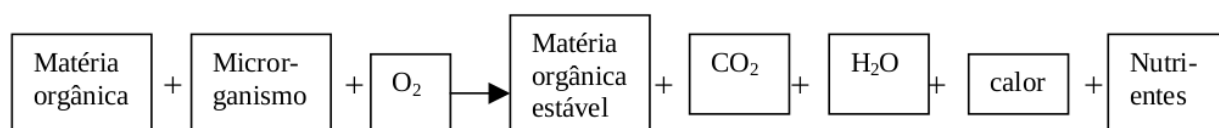


Figura 3: Esquema resumido do processo de compostagem. (PROSAB, 1999, cap. 1)

A função das bactérias é decompor açúcares, amidos, proteínas e outros compostos orgânicos de fácil decomposição, atuando principalmente durante a fase termófila. Os fungos e actinomicetos são fundamentais para degradar o material celulósico. A fixação do nitrogênio é função comum aos três microrganismos. (Massukado, 2008 pg. 15)

Na literatura encontra-se que o ciclo da compostagem segue as seguintes etapas:

- degradação rápida
- maturação

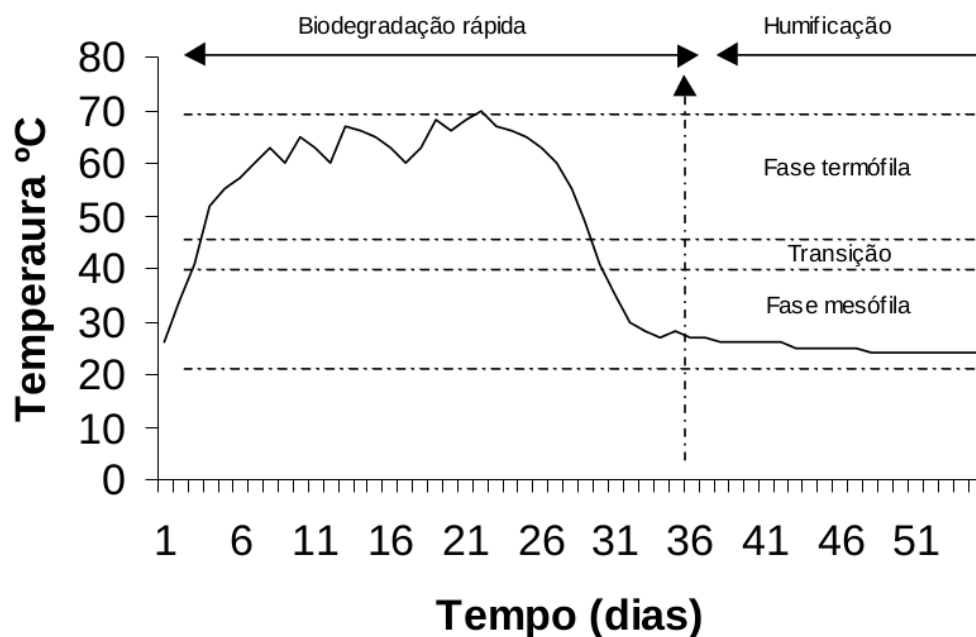


Figura 4: Exemplo genérico da evolução da temperatura de uma leira em compostagem (PROSAB, 1999, cap.1).

O acúmulo de calor é indicador de que as bactérias, que ao digerirem a matéria orgânica liberam calor no ambiente por reações exotérmicas, estão tornando aquele ambiente adequado para a sua multiplicação.

No início há um forte crescimento dos microrganismos mesófilos. Com a elevação gradativa da temperatura, resultante do processo de biodegradação, a população de mesófilos diminui e os microrganismos termófilos proliferam com mais intensidade. A população termófila é extremamente ativa, provocando intensa e rápida degradação da matéria orgânica e maior elevação da temperatura, o que elimina os microrganismos patogênicos. (PROSAB, 1999 cap.1)

A manutenção deste calor, que pode chegar a faixa de 65-70°C, indica que o processo está termofílico. Enquanto a leira for alimentada, existe o estímulo a manutenção do calor.

Quando a temperatura está na faixa de 20 a 40°C, indica que predominam bactérias mesofílicas, o ecossistema da leira vai trocando e sendo ocupado por outros decompositores que gostam desta matéria mais digerida, e seguem o processo até estabilizar em temperatura ambiente.

Ai então ocorre a fase de maturação em que a atividade biológica é pequena, portanto

necessita de menor aeração. À temperatura ambiente existe predominância de transformações de ordem química, polimerização de moléculas orgânicas estáveis no processo conhecido como humificação (PROSAB,1999), e também o aumento de artrópodes e minhocas que contribuem no processo.

Visto que neste trabalho abordamos a situação de um restaurante dentro de uma instituição pública de ensino superior inserida no meio urbano, apontaremos aspectos gerais mas focaremos as características para a compostagem neste contexto.

A compostagem então, consiste em amontoar resíduos orgânicos de restaurantes, residências, provenientes do pré-preparo e do desperdício das refeições misturando com material orgânico seco rico em carbono, como palha seca, folhas ou serragem (maravalha), de forma organizada e bem coberta pela matéria seca.

Visto que pelo menos 50% dos resíduos sólidos domiciliares consistem a fração orgânica, é de extrema importância que a prática de compostagem seja popularizada. Apesar do alto percentual de resíduos orgânicos, as experiências de compostagem da fração orgânica são ainda incipientes. O resíduo orgânico, por não ser coletado em separado, é encaminhado para disposição final junto com os resíduos perigosos e com aqueles que deixaram de ser coletados de maneira seletiva. Caso a matéria orgânica fosse separada na fonte e encaminhada para tratamento, como a compostagem, despesas seriam evitadas pelos municípios por conta do transporte e acondicionamento no aterro (Massukado, 2008). É preciso o surgimento de políticas públicas e financiamento de programas municipais. O estímulo a informação e divulgação para fomentar a separação da matéria orgânica podendo ser destinada a compostagem caseira, pátios de compostagem comunitários, dentro de escolas e centros comunitários, entre outros empreendimentos.

O tratamento de resíduos orgânicos através da compostagem realiza a ciclagem de nutrientes contribuindo para o retorno do fluxo energético e de fertilidade aos agroecossistemas que produziram os alimentos, através do composto orgânico (ABREU, 2013).

Na prática, isto significa que a partir de resíduos orgânicos com características desagradáveis (odor, aspecto, contaminação por microrganismos patogênicos...) , o processo transforma estes resíduos em composto, que é um insumo agrícola, de odor agradável, fácil de manipular e livre de microrganismos patogênicos. (PROSAB, 1999 cap.1).

As contribuições são ainda maiores quando compreende-se a esfera educacional, sendo que aquisição destes hábitos favorece que as pessoas valorizem a matéria orgânica, aprendam a respeito desta ciclagem e da vida relacionada a isso, compreendam melhor sobre o solo e estimula hábitos de alimentação mais saudáveis, inclusive fomentando a plantação de ervas, verduras, e os demais vegetais em casa.

Sendo assim é possível listar uma diversidade de vantagens que a implementação da compostagem traz, de acordo com (Massukado, 2008, Oliveira, 2013, Abreu, 2013)

- redução da quantidade de resíduos que é encaminhado ao aterro;
- redução dos impactos ambientais associados a degradação dos resíduos orgânicos em locais inadequados;
- prolongamento da vida útil do aterro;
- aproveitamento agrícola da matéria orgânica;
- melhoria das propriedades físicas do solo;
- reciclagem de nutrientes para o solo;
- economia na aquisição de fertilizantes minerais;
- economia na coleta e transporte dos resíduos sólidos.
- economia de tratamento de efluentes;
- geração de emprego e renda
- formação e educação ambiental

3.4.1 Fatores físico-químicos que influenciam a compostagem

Temperatura: como dito anteriormente a compostagem aeróbia promove o aumento de temperatura por conta do metabolismo microbiano. Desta forma a temperatura se torna um fator indicador do processo, permite avaliar se o processo esta ocorrendo e em que fase este se encontra. Além de indicador , o calor também tem a função de afastar moscas, impedindo o desenvolvimento de larvas, e de garantir a destruição de patógenos quando mantida a temperatura na faixa termofílica.

Iniciada a fase termófila (em torno de 45°C), é necessário controlar a temperatura entre 55 e 65 °C. Esta é a faixa que permite a máxima intensidade de atividade

microbiológica. Caso a temperatura esteja acima de 65°C, a atividade microbiológica cai e o ciclo de compostagem fica mais lento (PROSAB, 1999).

Aeração: “A presença de um ambiente aeróbio na compostagem é condição primária para permitir que a atividade microbiana se desenvolva (Massukado, 2008 pg. 15)”, ou seja essencial para que haja aumento da temperatura e transformação da matéria neste processo. Garante que não haja anaerobiose, ou seja que a leira não esteja sem O₂ e proporcione o desenvolvimento de bactérias anaeróbias que produzem mal cheiro. A aeração depende da estrutura da leira de forma a garantir porosidade para a circulação de O₂.

Relação C/N: O metabolismo microbiano utiliza diversos nutrientes, porém dois são tidos como os mais importantes. O carbono(C) funciona como fonte de energia, e o Nitrogênio(N) serve para a formação de proteínas garantindo a multiplicação celular. Esta relação se atinge a partir da mistura entre o restos de alimentos, ricos em N e a matéria seca rica em C, e encontra-se na literatura que a relação ideal de entrada é de uma mistura que proporcione uma relação C/N de 30:1.

Se a relação for baixa, ocorre a volatilização de N. Se a relação for alta o processo de compostagem torna-se mais lento pela falta de N não garantir a rápida metabolização. (PROSAB, 1999)

A matéria seca pode variar entre gramíneas secas, serragem, cavaco de madeira ,etc. Cada uma dessas tem uma relação C/N diferente e pode ser utilizada em diferentes quantidades. Tem a função também de promover a porosidade a partir de sua granulometria, e absorvendo umidade dos alimentos .

De qualquer maneira este é um fator que em cada experiência varia muito, já que em cada localidade se tem a disposição diferentes materiais. O processo mais ou menos regulado ao final atingirá um equilíbrio.

Granulometria: Quanto menor a partícula maior é a superfície de contato com os agente decompositores, aumentando a ocorrência das reações bioquímicas. Por outro lado se as partículas dos alimentos e da matéria seca forem muito pequenas reduz-se muito a porosidade impedindo a oxigenação do interior, e resultando na compactação e anaerobiose.

Segundo PROSAB(1999) o tamanho das partículas deverá estar entre 25 e 75 mm para um processo mais eficiente, porém em nossa experiência não temos triturado os

alimentos e mesmo assim a compostagem acontece.

Umidade: a faixa ideal de umidade é de 50 a 65%. O ajuste é feito a partir da mistura de alimentos e matéria seca, podendo ser também introduzida água caso o sistema esteja seco.

Acontece que acima de 65% ocorre o preenchimento dos poros e assim impedindo a aeração, consequentemente torna o ambiente anaeróbico. Abaixo de 40% a atividade biológica é inibida tornando lento o processo.

pH: É conhecido que pH muito baixos ou muito altos promovem redução de atividades microbianas, então considerasse interessante uma mistura com pH próximo ao neutro. (PROSAB, 1999) Ao longo do processo ocorre mudanças na leitura de pH, e também em setores diferentes da leira por conta de possível composição pouco homogênea de alimentos. Ao fim do processo o pH se estabiliza, então este não é um fator crítico a compostagem

3.4.2 Métodos de Compostagem

A compostagem é um processo interessante por ser bastante flexível, podendo ser feita em grande escala, em projetos municipais, fazendas, ou pequena escala, em escolas, hortas comunitárias e quintais. Com mais ou menos equipamentos e tecnologia envolvida, o importante é estabelecer o uso de resíduos adequados a compostagem e garantir que os processos biológicos estejam ocorrendo (Massukado, 2008).

Pode-se então apontar 3 tipos básicos de metodologias que podem ser adaptadas:

O método da **aeração natural** consiste em dispor os resíduos em leiras no solo em que para que haja convecção do ar na massa do composto geralmente são feitas reviras periódicas. Este método também é conhecido como leiras revolvidas (método windrow).

Peixe destaca, dentro dos métodos de aeração natural, o método de leiras estáticas com aeração passiva (método UFSC), “que centra-se na arquitetura da leira e no equilíbrio dos componentes. As leiras são montadas em paredes retas tendo nas paredes uma grossa camada de grama cortada ou cavaco oriundo de picador florestal.” (Peixe, pg. 6)

A estrutura formada com grânulos vegetais é capaz de assentar a leira o mais reto possível em forma de paralelepípedo, que permite a ventilação natural, com ar entrando pelas

paredes laterais e saindo por convecção pela superfície superior. A princípio não necessita de reviramento, apenas feito ao final da fase de biodegradação rápida, homogenizando a matéria para a fase de maturação. Abaixo, na figura 6 é apresentado esquema de montagem desta metodologia de leira.

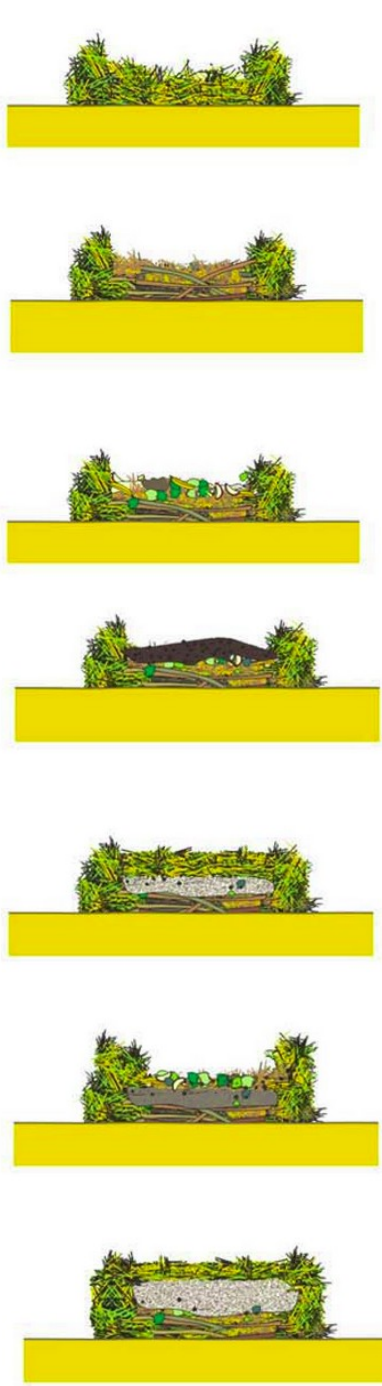
- 
- 1.**
Sobre o solo, levanta-se uma "parede" feita de palha de capim com cerca de 30cm de altura, desenhando todo o contorno da futura leira. A largura pode variar de 1,70 até 2 metros, e o comprimento é livre, dependendo do volume de resíduos a serem compostados e do espaço disponível.
As "paredes" formam um "ninho" ou "berço" onde os resíduos orgânicos serão depositados.
 - 2.**
Entre as "paredes" e ao longo de toda a leira, colocam-se galhos e ramos sobre o solo, de modo a formar um "colchão" de ar, que vai ajudar na aeração dos materiais compostados. Sobre essa camada de galhos deposita-se uma camada de materiais secos, como serragem, palhas, folhas, papel picado etc., que serão misturados com os resíduos orgânicos alimentares, ajudando a tornar a mistura mais "estruturada" do que se só houvesse resíduos alimentares, muito úmidos e pesados.
 - 3.**
A seguir, é depositada uma camada de resíduos orgânicos úmidos sobre os materiais vegetais secos incorporados à leira no passo anterior.
Para manter a relação "carbono / nitrogênio" num nível adequado, convém incorporar, a cada vez, volumes praticamente iguais de resíduos orgânicos e de materiais "estruturantes" (serragem grossa, folhas, papel picado etc.)
 - 4.**
Sobre os resíduos alimentares, convém lançar uma fina camada de adubo pronto (de um composto anterior) ou de terra preta recolhida do chão de um bosque próximo, de modo a inocular a leira com os microorganismos, minhocas etc. que decomporão os materiais.
 - 5.**
Para acelerar o ataque dos microorganismos aos materiais compostados, deve-se misturar a camada de adubo maduro com os resíduos orgânicos recém incluídos à leira.
A seguir, cobre-se o material misturado com uma grossa camada de palha, aparas de grama etc., de modo a criar um ambiente favorável à atividade biológica que transformará os resíduos em fertilizante orgânico de alta qualidade.
 - 6.**
Para incorporar uma nova carga de resíduos orgânicos, começa-se afastando a palha que cobria a leira para os lados, aumentando a altura das "paredes" e formando um novo "ninho" para receber a nova camada de materiais.
Para acelerar o processo, convém misturar a camada nova de resíduos orgânicos com o material anteriormente depositado na leira.
 - 7.**
Depois de ter revolido e misturado os resíduos novos com o material mais antigo, cobre-se novamente a leira com outra camada de materiais secos, repetindo o passo 5.
A cada nova carga de resíduos orgânicos que chega para ser compostada, repetem-se os passos 6 e 7, até que a leira alcance uma altura de cerca de 1,60 m.

Figura 5: esquema de montagem de uma leira estática com aeração passiva. Fonte: <http://www.agriculturaurbana.org.br/boas_praticas/compostagem/cepagro/curso_cepagro_compostagem_2015.html>

O método de **aeração forçada** utiliza tubos perfurados no interior da leira por onde é bombeado mecanicamente o ar. Também conhecido como método de leiras estáticas não necessita de revira. Neste método há um melhor controle da aeração, assim maior eficiência e rapidez na transformação da matéria, porém tem maior custo em infraestrutura e menor flexibilidade no tamanho das leiras.

Os **sistemas fechados** também conhecidos como **reator biológico (In-vessel)**, utilizam dispositivos tecnológicos tais como digestores e bioestabilizadores para acelerar o processo de compostagem permitindo controle dos odores, uma vez que o sistema é fechado e a aeração controlada (Massukado, 2008). Tem altos custos de implantação, sendo assim apenas servem para grandes projetos, centralizando a destinação dos resíduos.

3.4.3 Histórico recente da compostagem em São Carlos.

A cidade de São Carlos-SP teve na última década experiências interessantes na prática de compostagem o que de fato possibilitou expandir o número de pessoas locais a terem contato com a prática além da sensibilização para a separação de resíduos orgânicos na fonte e do posterior usufruto do composto orgânico.

Na horta municipal de São Carlos, localizada próxima a UFSCar, durante o período de 2006 a 2012, ocorreu processo de compostagem que envolveu principalmente restaurantes, inclusive das universidades locais, e outros estabelecimentos. A horta também recebia resíduos de poda da cidade, estes que eram triturados e utilizados como matéria carbônica para montagem das leiras de compostagem.

O composto gerado abastecia a produção de alimentos realizada no local e também era distribuído a qualquer cidadão que fosse buscar. Este não era um procedimento muito controlado, porém foi responsável por aproveitar toneladas de resíduos que deixaram de seguir ao aterro.

Em 2005, o projeto ABC da compostagem, atuou no terreno da Escola Estadual Bento da Silva César, no bairro São Carlos III, promovendo uma unidade descentralizada de compostagem. Em 2006, aproveitando o pátio de compostagem foi proposto projeto de doutorado de Luciana Massukado para seguir estudos relacionados a gestão e gerenciamento

dos resíduos orgânicos envolvendo também a utilização de softwares livres para o gerenciamento municipal dos resíduos domiciliares (MASSUKADO, 2008).

Em 2012, o Grupo de Estudos e Intervenções Socioambientais (GEISA), por meio do projeto de extensão “Educação Ambiental na Horta Municipal”, atuou em visitas escolares, trabalhando a sensibilização ambiental, a agricultura orgânica e a compostagem.

No mesmo ano o grupo também atuou com o público da escola Bento da Silva César a partir do projeto de extensão “Educação ambiental e recursos hídricos na micro-bacia do córrego do Mineirinho” e segue até hoje desenvolvendo atividades semanais abordando também a sensibilização ambiental para recursos hídricos, a horticultura e gestão de resíduos.

Foi também em 2012 que a Associação Veracidade, junto com diversos parceiros, lançou o projeto GIRO, Gestão Integrada de Resíduos Orgânicos, campanha permanente pela promoção da compostagem em UDC's promovendo a utilização de terrenos baldios como pátios de compostagem a fim de dar função social a espaços em desuso e possibilitar também a difusão da agricultura urbana.

Este projeto teve início em três localidades, sendo uma a sede da Associação, onde recebiam resíduos orgânicos da vizinhança, e outros dois eram terrenos baldios que a Associação Veracidade articulou com o proprietário contratos de comodato autorizando a utilização dos terrenos sem ônus de aluguel. No terreno localizado na Vila Prado era feita a compostagem dos resíduos do restaurante Mamãe Natureza por associados e residentes da Veracidade. No outro terreno localizado no bairro Cidade Jardim foi firmada parceria junto ao Grupo de Agroecologia chamado Vida, composto por estudantes da UFSCar, os quais articulam junto a vizinhança a coleta de resíduos.

O projeto GIRO teve grande atuação na divulgação da compostagem, promovendo oficinas em diversos espaços, distribuindo material de divulgação porta-a-porta na Vila Prado, e possibilitando a vivência de todos os visitantes da Associação.

Na luta para que a compostagem viesse a ser construída como política pública no município, em 2013 a Veracidade articulou junto a Câmara dos Vereadores uma audiência pública em que foram convidados alguns atores de projetos em outras cidades que puderam trazer a problemática dos resíduos sólidos à tona e demonstrar as vantagens de promover a coleta seletiva, segregando na fonte os diversos resíduos, possibilitando a reciclagem, uma compostagem de qualidade e uma enorme redução nos gastos com transporte e disposição de resíduos sólidos urbanos (RSU) em aterros sanitários.

Esta audiência teve como encaminhamento uma consulta pública no site da Câmara

que trazia ao público o questionamento: “ A seu ver, o Município de São Carlos deve regulamentar a compostagem e reaproveitamento de resíduos orgânicos (lixo doméstico) como alternativa ao descarte no aterro sanitário?”(CÂMARA MUNICIPAL DE SÃO CARLOS, 2013).

Trezentas e trinta e uma pessoas participaram votando e enviando comentários, e destas 98,79% se colocou a favor da regulamentação. Os resultados desta consulta constando todas as contribuições foi publicado em 1000 cópias impressas e pode também ser encontrada no site da câmara pelo link: <http://www.camarasaocarlos.sp.gov.br/portal/index.php/2014-02-07-16-29-13/consulta-publica> .

O ano de 2013 também foi marcado pela mudança de gestão municipal. Infelizmente em relação à gestão de resíduos sólidos cabe dizer que São Carlos retrocedeu. Ao mesmo tempo em que a sociedade civil se organizava para articular junto ao poder público a partir das experiências do município firmar a compostagem na gestão de resíduos, decisões e ações governamentais seguiram em rumos contrários.

A horta municipal deixou de receber os RO e também fechou as portas ao projeto do GEISA. Junto a este fato ocorria também a tentativa de desarticular a COOPERVIDA, responsável pela coleta seletiva porta-a-porta que chegou a atingir quase 80% da cidade.

Tal situação, demonstrou um retrocesso no caminho de implantar uma gestão integrada de resíduos pública e deixou clara a fragilidade das associações, cooperativa e demais iniciativas perante o poder público, quando este planeja atuar de maneira diferente.

Desta forma, no momento em que seria possível melhorar os serviços, fomentar e desenvolver os trabalhos realizados, preferiu-se desconstruir o processo que levou anos para ser construído e retroceder em relação a gestão de resíduos, voltando a enviar toneladas de resíduos orgânicos ao aterro sanitário.

3.4.4 Unidade descentralizada de compostagem (UDC)

A descentralização da compostagem consiste em criar espaços para tratar os resíduos orgânicos o mais próximo possível do local de sua geração. Pátios de compostagem podem ser criados em áreas institucionais de um bairro, em escolas, parques e até mesmo em terrenos

abandonados.

“A diferença de uma UDC e da compostagem caseira é que a primeira trata uma quantidade maior de resíduos, necessita de área e mão de obra, e também de uma logística para a coleta e tratamento dos resíduos.” (Massukado, 2008 pg.45)

Sendo assim, para o surgimento de uma UDC é necessário criar uma estrutura escolhendo uma localidade, os atores envolvidos e criar estratégias de sensibilização e gerenciamento dos resíduos.

Inicialmente é necessário trabalhar a fonte de geração, garantindo a segregação dos resíduos compostáveis. Como este ainda não é um hábito generalizado, é preciso estabelecer uma estratégia de comunicação com objetivo de sensibilizar os(as) geradores(as), sejam estes equipe da escola, equipe de restaurante ou uma vizinhança.

A definição da localidade do pátio varia dependendo da oferta de espaços próximos a região trabalhada e também de quem esta compostagem tem intenção de atingir. No caso de uma escola esta pode ceder terreno para o pátio , ou pode apenas segregar e enviar os resíduos à UDC de seu bairro. Praças, parques e demais terrenos institucionais tem potencial de acolher uma UDC, pois além da compostagem ter função pedagógica em espaços públicos atraindo o interesse das pessoas, estes espaços também poderão se beneficiar do composto gerado para seus jardins.

O funcionamento depende de que pessoas ou instituições estejam envolvidas e de como será garantida a obtenção de recursos para compra de ferramentas, infraestrutura básica e remuneração do trabalho.

Alguns possíveis atores podem ser listados, como associações de bairro, ONG's, poder público, escolas, e a iniciativa privada. Algumas iniciativas podem ser citadas para exemplificar possíveis casos.

Como citado na sessão 3.4.3, O **GIRO**, projeto iniciado por membros da Associação Veracidade consiste em promover a formação de UDC's no município, com a finalidade de desviar resíduos orgânicos do aterro e criar estratégias que tragam aspectos educacionais ao gerenciamento de resíduos orgânicos.

O transporte dos resíduos é feito voluntariamente nas UDC's, tendo em suas entradas os pontos de entrega voluntária (PEV's) e também pelo recebimento dos resíduos do restaurante Mamãe Natureza, que os leva até a associação. O manejo dos resíduos nas leiras é feito por membros da associação, misturando os restos de alimento à serragem que provém de uma serraria próxima. O composto gerado tem sido distribuído gratuitamente e utilizado na

horta orgânica da Veracidade, onde verduras são vendidas.

A associação recebe visitas escolares e promove atividades de educação ambiental, cine clube, e todos que visitam podem ter contato com o processo e aprender um pouco. Apesar das tentativas, não houve interesse do poder público em fomentar o programa, que segue apenas com trabalho voluntário.

Agora em 2015 um grupo de trabalho tem se reunido para pensar novas estratégias e caminhos para o projeto.



Figura 6: PEV no terreno, Fonte: arquivo pessoal.



Figura 7: Leira verticalizada com pallet. Fonte: arquivo pessoal.

Outro exemplo, bem mais conhecido no Brasil, é o **Projeto Revolução dos Baldinhos**, localizado em Florianópolis/SC. Este projeto teve surgimento em 2008 a partir da relação do Centro de Estudos e Promoção da Agricultura de Grupo (CEPAGRO) e moradores da comunidade Chico Mendes, quando a comunidade sofria uma infestação de ratos.

Foi proposta a compostagem como alternativa para aproveitamento dos orgânicos ao invés de serem dispostos em sacos na rua para a coleta convencional.

De maneira gradativa e processual, a metodologia de gestão dos resíduos foi sendo construída ao longo de anos de trabalho participativo, envolvendo moradores, associações comunitárias, instituições educacionais, profissionais de saúde e ONG's, com apoio de parceiros públicos e privados e agências de cooperação internacionais. (CEPAGRO, 2013 pg. 32).

Em 2009 a separação começou com 5 famílias que receberam baldinhos para armazenar os resíduos, que eram depositados em seguida nos PEV's, bombonas localizadas em calçadas da comunidade. Em 3 meses o número de famílias participantes aumentou para 30, e seguiu aumentando. Este aumento foi resultado da sensibilização porta-a-porta feito por agentes comunitárias responsáveis pela mobilização. A coleta das bombonas era feita por carrinho de tração humana. A situação dos ratos foi resolvida pelo fato de não haver mais a disposição de restos de alimentos nas ruas.

Hoje já são mais de 200 famílias e diversas instituições participantes, e estima-se que até 2012 a Revolução dos Baldinhos tenha tratado mais de 450 toneladas de resíduos orgânicos na comunidade (CEPAGRO, 2013).

Hoje a COMCAP, empresa municipal de coleta de lixo, disponibiliza um pequeno caminhão e 2 funcionários para auxiliar na coleta das bombonas nos 36 PEV's espalhados pelo bairro. O pátio de compostagem encontra-se na Escola América Dutra onde também é feito plantio de horta.

O composto é distribuído para as famílias que doam seus resíduos orgânicos, e depois de peneirado é ensacado para comercialização, com finalidade de remunerar os grupos de trabalho do projeto.

Além de resolver a situação dos ratos a comunidade incorporou hábitos de plantar dentro de casa e nas bordas da estrada próxima. Mesmo sendo uma comunidade de baixa renda composta por lotes pequenos, o desenvolvimento de hortas em espaços reduzidos proporciona autonomia de alguns produtos aos moradores.

Encontra-se na internet videos explicativos nos links:

- <<https://www.youtube.com/watch?v=kv0bhlAD9o0>> - Revolução dos Baldinhos no documentário "A Educação e o Mosca Morta"
- <https://www.youtube.com/watch?v=XYhg_PG39j4> - tecnologia social – a Revolução dos Baldinhos.

4 Materiais e Métodos

4.1 Caracterização do Município de São Carlos / SP

O município de São Carlos está localizado na região central do Estado de São Paulo a uma distância de 231 quilômetros da capital. Faz divisa com 11 municípios: ao Norte-Nordeste, Luiz Antônio, a Leste com Descalvado, a Sudeste, Analândia, ao Sul limita-se com Itirapina e Brotas, a Sudoeste, Ribeirão Bonito, a Oeste estão Ibaté e Araraquara, e a Noroeste situam-se Américo Brasiliense, Santa Lúcia e Rincão. Dois distritos também compõe a área de São Carlos, Santa Eudóxia e Água Vermelha.

Sua área está distribuída em região de duas Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos, a UGRHI-13 da bacia Tiête/Jacaré e a UGRHI-09 da bacia Mogi-Guaçu, como é possível ver na Figura 9. A altitude média do município é de 856 m.

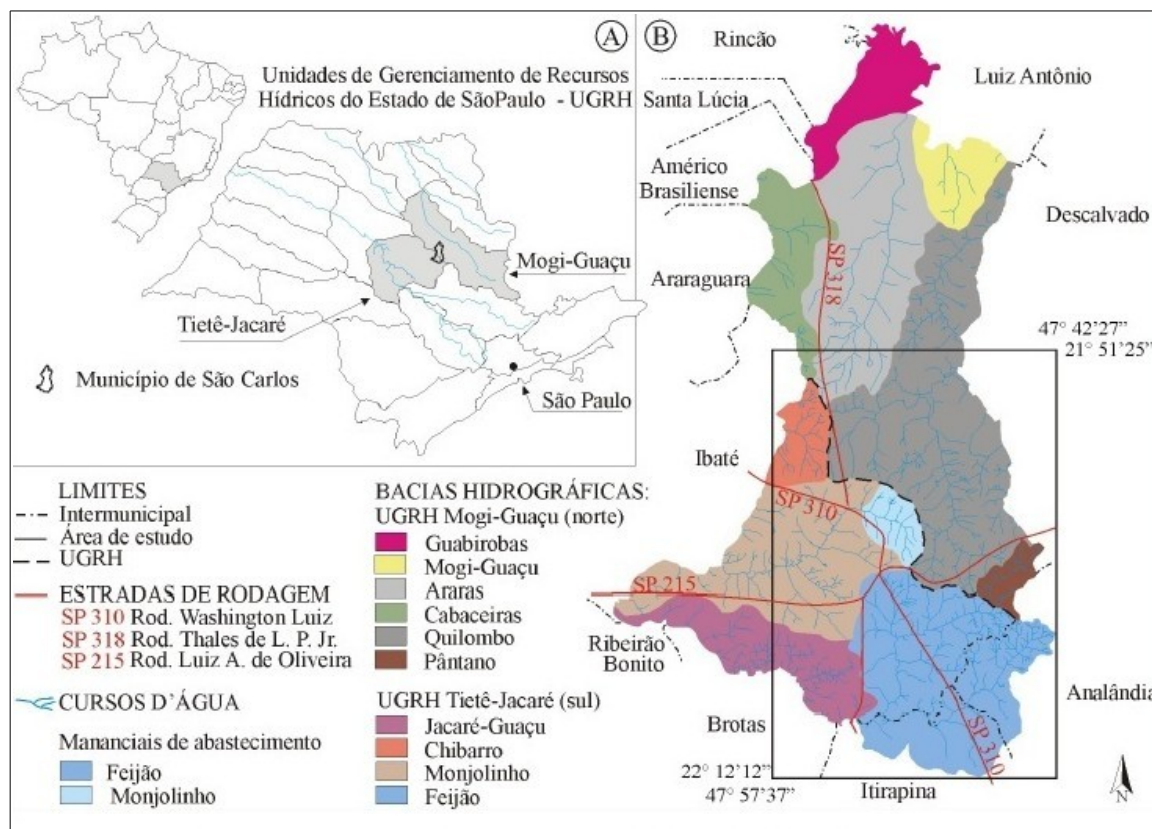


Figura 8: mapa de São Carlos, suas bacias e mananciais. (Costa, Dupas e Pons, 2012)

4.2 Caracterização da área de estudo

O Campus II da USP São Carlos (Figura 10), situado na Av. João Dagnone, 1100, no bairro Jardim Santa Angelina, no município de São Carlos (SP), fica dentro da microbacia do rio Mineirinho, que compõe a bacia hidrográfica do Monjolinho. A localização do pátio de compostagem foi determinada pelo escritório regional da Superintendência de Espaço Físico da USP (SEF) mediante requisição da Comissão de Implantação do Campus II. A área concedida localiza-se na margem leste do Campus e tem aproximadamente 300 m² e encontra-se próxima ao RU, “visto que por motivos operacionais a proximidade ao restaurante facilita o transporte dos resíduos orgânicos até o Pátio de Compostagem”. (Oliveira, 2013)



Figura 9: localização do pátio de compostagem em relação ao campus e ao bairro. Fonte:Oliveira, 2013

4.3 Histórico do projeto

Devido ao encerramento da destinação de resíduos orgânicos para a horta municipal de São Carlos em 2013, a USP encontrava-se diante de um passivo ambiental, já que centenas de quilogramas de resíduos orgânicos, provenientes de seu restaurante universitário (RU), deixariam de ser reaproveitados e voltariam a ser encaminhados ao aterro sanitário. Desta forma um grupo de estudantes da Engenharia Ambiental da USP de São Carlos propôs uma ação pra que estes resíduos fossem compostados dentro do Campus.

Em meados de 2013 o projeto foi contemplado com financiamento a partir do Edital da Pró Reitoria de Pesquisa denominado *Olimpíadas USP do Conhecimento*, que dentro do prazo de 4 meses teriam 5 mil reais para demonstrar 4 diferentes metodologias de compostagem, a partir da montagem de um pátio de compostagem, análises físico-químicas do composto e oficinas junto a escolas da região.

Esta ação foi possível diante da parceria com o Professor Valdir Schalch, que nos auxiliou com os procedimentos dentro da universidade e aproximou o grupo a outras pessoas do Núcleo de Estudo e Pesquisa em Resíduos Sólidos (NEPER).

O investimento possibilitou a compra de algumas ferramentas e principalmente a compra de materiais e pagamento de serviços para construção de um barracão que serve de base e armazém para o projeto, em terreno cedido pela USP dentro do Campus 2, localizado próximo ao RU.

A demonstração de 4 metodologias diferentes possibilitou a experiência de montar diferentes processos e ter ideia de como cada um funciona, fazer a comparação de suas similaridades e diferenças. Foram montados no barracão um minhocário, um barril rotativo, uma leira de aeração natural no chão e uma leira de aeração natural verticalizada com alambrado. Esses experimentos também foram demonstrados em atividades para estudantes da escola Bento da Silva César.

Para a montagem destas composteiras iniciais, foi feita uma articulação com o RU e foram coletados os resíduos orgânicos gerados durante uma semana de funcionamento.

Por conta de atrasos no repasse da verba, e assim consequentemente na montagem das leiras, o composto não ficou pronto dentro do prazo para apresentação dos resultados do projeto e sua prestação de contas.

Assim as análises físico-químicas foram feitas do composto gerado na associação

Veracidade pelo projeto GIRO no intuito de trazer uma caracterização do produto final deste processo, possibilitando o aprendizado laboratorial para se obter análises.

No fim de 2013 surgiu outra oportunidade de fortalecer o projeto a partir de um edital interno da USP, desta vez vinculado a Superintendência de Gestão Ambiental (SGA), no qual o projeto teve aprovado um repasse de 40 mil reais para adquirir equipamentos e contratar bolsistas de forma que o projeto deixasse de ser realizado de forma voluntária. Acontece que o recurso não foi repassado pela SGA com a justificativa de que estava havendo contingenciamento de recursos na USP.

Mesmo após ter várias tentativas de obter integralmente ou parte do recurso negadas, ainda assim o grupo fez o balanço de que era necessário dar continuidade ao trabalho e decidiu por iniciar a coleta contínua e ininterrupta dos resíduos do RU de forma voluntária em fevereiro de 2014. Definiu-se como metodologia a ser replicada neste momento a composteira de aeração natural verticalizada com alambrado.

Como Oliveira (2013) justificou:

“O projeto (...) tem por objetivo ser um pólo de educação ambiental e promoção de práticas de gestão descentralizada de resíduos sólidos, ensejando a prática de compostagem comunitária nos bairros adjacentes.” e para que estes objetivos se cumpram o trabalho deve ser mantido buscando outros recursos e formas de financiamento.(OLIVEIRA, 2013, pg. 3)

Para tal foi necessária articulação junto à coordenação do RU, principalmente na pessoa da nutricionista chefe, Cláudia, que em reunião explicou os procedimentos da cozinha e o gerenciamento de resíduos.

4.3.1 Gerenciamento dos resíduos do Restaurante Universitário

A nutricionista responsável afirmou que os funcionários deixaram de separar os resíduos orgânicos desde que a coleta que ia para a horta municipal havia cessado, prova de que além da destinação inadequada a ação da prefeitura provocou a perda dos hábitos dos funcionários. Apesar disso se mostraram disponíveis a rever os procedimentos e retomar a

separação.

Para uma melhor compreensão, segue abaixo uma demonstração de como funciona o gerenciamento dos resíduos sólidos da cozinha do RU. Cabe dizer que a cozinha lida com seus resíduos de segunda à sábado, independente se são recicláveis, compostáveis ou rejeitos. A seguir o passo a passo do serviço:

- O serviço de segunda feira encaminha os resíduos à câmara fria. Igualmente faz o serviço de terça feira.

- Na quarta feira, logo pela manhã, o primeiro funcionário a chegar ao RU faz o transporte dos resíduos do serviço dos dois dias anteriores que são encaminhados às caçambas que ficam atrás do restaurante, como mostra a figura 1 abaixo.

- O serviço de quarta feira encaminha os resíduos à câmara fria. Igualmente faz o serviço de quinta feira.

- Na sexta feira logo pela manhã os resíduos do serviço dos dois dias anteriores são encaminhados às caçambas.

- E então o serviço de sexta feira e sábado guardam os resíduos na câmara fria, e estes só serão retirados na segunda feira pela manhã.

E este é o ciclo que se segue e foi exigência da coordenação do RU, se o grupo quisesse fazer a retirada dos compostáveis teriam de se enquadrar ao procedimento.



Figura 10: Caçambas dos resíduos do RU do campus 2 (a cinza, da esquerda, é para resíduos orgânicos).

Esta lógica é seguida pelo fato de segunda, quarta e sexta feira serem os dias nos quais a empresa responsável pela coleta municipal, a *São Carlos Ambiental*, entra na USP. Sendo assim, a coordenação do RU entende que há uma garantia de que se por algum motivo não houver a retirada e manejo dos compostáveis, estes serão encaminhados ao aterro ao invés de permanecerem expostos nas caçambas.

Os resíduos são separados em sacos plásticos de 100 L de 2 cores diferentes, preto para os orgânicos e azul para os demais resíduos. Esta separação é falha por conta da mistura de resíduos, que será demonstrada nos resultados.

4.4 O balanço das atividades

Iniciada em fevereiro de 2014, a Compostagem dos resíduos orgânicos do RU da USP São Carlos vem sendo desenvolvida junto ao GEISA, e ao longo deste processo muitas coisas tem sido experienciadas e aprendidas. Este capítulo tem o intuito de registrar alguns destes aprendizados que foram obtidos trabalhando e vivenciando o cotidiano da instalação e operação desta fase inicial até o mês de outubro de 2015. Assim é dada sequência ao trabalho de graduação de Renato Arruda Vaz de Oliveira, que em 2013 registrou e fortaleceu a construção do planejamento inicial e a articulação deste projeto.

Tais impressões além de obtidas durante o trabalho cotidiano, também foram construídas conjuntamente durante reuniões de avaliação e planejamento do projeto que acontecem semanalmente com o grupo gestor/executor da compostagem, servindo para apontar qualitativamente os aprendizados acumulados gerados por nossos acertos e erros e apontar também nossas dificuldades e sonhos.

4.5 Quantificação dos resíduos

A prática da quantificação dos resíduos foi inserida no trabalho da equipe da compostagem, seguindo a logística de manejo de resíduos colocada pela coordenação do RU,

as segundas, quartas e sextas-feiras, as 7 horas da manhã. As pesagens ocorreram ao longo do período de agosto, setembro e início de outubro de 2015 com o uso de uma balança digital com capacidade para 150 kg, cedida pelo Laboratório de Resíduos da Escola de Engenharia de São Carlos..

Para este trabalho, obteve-se a pesagem dos resíduos de 13 serviços, objetivando estimar a massa tratada ao longo de 1 mês.

A balança era colocada ao lado da caçamba dos resíduos orgânicos e cada saco ao ser tirado da caçamba era pesado e em seguida levado ao pátio de compostagem com auxílio de carriola, para seguinte mistura com a palha e colocação nas leiras.



Figura 11: Balança utilizada para pesagem.



Figura 12: Pesagem dos sacos.

Todas as informações obtidas foram anotadas e em seguida lançadas em planilha para posterior análise. Este procedimento possibilita a obtenção da massa de resíduos orgânicos tratados pelo projeto e discussões a respeito.

Algumas limitações impediram que esta pesagem ocorresse de forma contínua e obtivesse mais dados. Nos últimos tempos, funcionários do RU se aposentaram e junto a isso a USP não promoveu novas contratações, sobrecarregando a equipe que vem trabalhando com número reduzido. Desta forma houveram paralisações do RU reivindicando a contratação de novos funcionários.

Outra consequência disto foi a retirada da refeição no sábado iniciada no segundo semestre, o que prejudica a permanência estudantil não tendo direito à refeição subsidiada no sábado. Para o projeto isso reduziu o aporte de resíduos as segundas feiras, quando são

manejados os resíduos de sábado. Também na semana do 7 de setembro, ocorreu recesso das aulas, reduzindo muito o número de refeições, sendo esses dias de serviço desconsiderados.

4.6 Propostas

As pesquisas e visitas junto a outras experiências auxiliaram na observação e na proposição de soluções para a superação de alguns desafios. Entre estas, vale ressaltar o 1º Curso de Formação em Gestão Comunitária de Compostagem, oferecido pelo CEPAGRO em março de 2015 no município de Florianópolis que além de aulas, palestras, dinâmicas e debates, possibilitou a visita a 5 diferentes projetos com diversos objetivos, práticas de manejo e escalas.

Tais vivências possibilitam ver na prática o funcionamento destes projetos, trocar experiências e aprender a partir do acúmulo de outros grupos .

Desta forma, aqui encontram-se algumas propostas que tem a intenção de avançar na organização do projeto, melhorando a ergonomia do trabalho, a eficiência da compostagem, o monitoramento das leiras e a organização do espaço de trabalho.

Abaixo segue Figura 13 exemplificando a proposta de organização do pátio de compostagem:

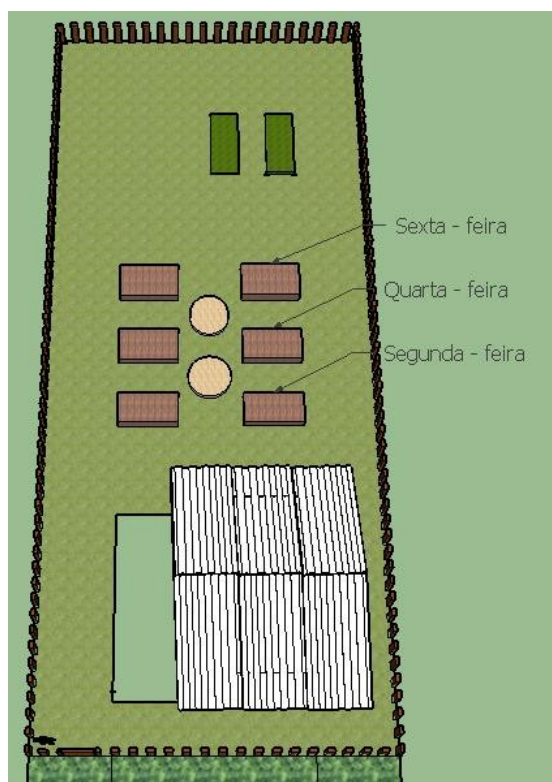


Figura 13: Modelo de organização do espaço do pátio de compostagem (desenho por Douglas e Lana²)

Em relação a metodologia de compostagem, a proposta é mudar da técnica com alambrado para o **método de leiras estáticas com aeração passiva (método UFSC)**. Esta metodologia apresenta vantagem por não ter custos com materiais, não tem uma barreira de altura a ser superada, melhorando a ergonomia e apresenta uma flexibilidade no dimensionamento, suportando maior ou menor aporte de resíduos. Também se mostra um método interessante por atingir as temperaturas termofílicas sem que a leira seja revirada.

No caso de anaerobiose, se for necessária uma revira para descompactação e aeração, fica mais simples de revirar a leira do que na metodologia com alambrado.

Sobre a **organização do espaço**, propõe-se definir bem os locais onde serão montadas as leiras, e que o local de armazenamento da matéria seca esteja o mais próximo possível, reduzindo o trajeto e esforço para utilização da mesma. A Figura 13 demonstra a organização proposta com a localização das leiras e ao centro o local de deposição de matéria seca.

Propõe-se também a colocação de uma cerca para limitar as fronteiras do terreno

² Douglas e Lana são componentes do GEISA.

cedido pela USP com finalidade de principalmente evitar a entrada de cachorros que podem bagunçar as leiras, desmontando as paredes de palha e dando oportunidade para a entrada de moscas.

Para melhor controle do processo de compostagem decidimos por montar **baterias de leiras**. Consiste em ter uma série de leiras a serem abastecidas por um tempo determinado. Isso permite que ao fim deste tempo, que esta primeira bateria termine seu processo de compostagem e maturação, sendo iniciada uma nova bateria.

Empiricamente observou-se que 3 leiras seriam suficientes para o manejo dos resíduos da semana, sendo uma abastecida na segunda feira, outra na quarta e outra na sexta feira.

Como na Figura 13, propõe-se para este caso o uso de duas baterias ao longo do ano. Em um semestre ocorre o abastecimento da primeira e no outro semestre o abastecimento da outra. Desta forma tem-se composto pronto de uma bateria enquanto segue o abastecimento de outra.

Existe também a intenção de produzir fichas de monitoramento, de forma a padronizar a coleta de dados e observações de maneira que facilite a interpretação e garanta o registro de novos dados.

A ideia é ter uma ficha que permaneça fixada ao lado de cada leira, indicando em que estágio ela se encontra, data do início de seu abastecimento, maturação, de forma a facilitar a comunicação dentro do pátio de compostagem. Também pretende-se produzir outra ficha que sirva para promover a relatoria diária das atividades do pátio de compostagem.

5 Resultados e Discussões

5.1 O Balanço do período inicial

A compostagem dos resíduos orgânicos do restaurante universitário do Campus 2 da USP São Carlos teve início, de forma contínua e ininterrupta, em fevereiro de 2014. Um grupo de estudantes participantes do GEISA se voluntariou afim de construir essa iniciativa, que além de ajudar a USP a se enquadrar a PNRS, serviria de espaço experimental e pedagógico destas e outras tecnologias sociais.

A segregação de resíduos feita pela equipe do RU, levou algumas semanas para que acontecesse de fato em todos os serviços. Houve dias em que todos os resíduos estavam misturados aos rejeitos, inviabilizando a compostagem. Na tentativa de resolver a situação foi feita conversa junto a coordenação do RU, que surtiu efeito garantiu-se a separação e alocação dos orgânicos em uma caçamba específica.

A separação melhorou, mas seguiram aparecendo algumas luvas de borracha, copinhos de café e algumas garrafas dentro dos sacos de orgânicos, como mostrados na Figura 14, que por serem poucos são fáceis de triar.



Figura 14: Impurezas no saco de resíduos orgânicos

. A montagem de leiras seguia a metodologia com alambrado (Figuras 15 a) e b)), misturando os restos orgânicos com palha cortada dos arredores do pátio de compostagem.



figuras 15 a) e b): Leiras verticalizadas com alambrado

Esta metodologia se mostrou eficiente e cumpriu a função esperada pela equipe, mas ao longo do cotidiano foi possível notar algumas desvantagens:

- necessidade de compra de material para modelar a leira.
- ergonomicamente ruim, exige do operador que eleve o resíduo pesado a 1,20m de altura para ultrapassar o alambrado.
- Volume limitado, por conta da forma circular, se diâmetro grande, pode gerar zonas anaeróbias.
- No caso de necessidade de aeração, é difícil de revirar a leira, pois o alambrado limita os movimentos.

Apesar das desvantagens, esta metodologia se mostra interessante para compostagens feitas em espaços reduzidos, por conta da verticalização, e também impede o acesso de cachorros.

Ao fim de 6 meses já havia composto pronto para ser utilizado. Assim, durante mutirão do projeto de reflorestamento agroecológico do GEISA, tivemos a oportunidade de usar este composto para o plantio de mudas de árvores.(Figura 16)



Figura 16: Primeiro uso do composto produzido .

Com o passar do tempo mais e mais leiras foram sendo montadas. O problema é que por não haver uma metodologia de organização do espaço, nem um período definido de abastecimento de leiras, elas eram montadas em locais aleatórios do pátio e quando alguém bem entendia. Isto se mostrou um problema, afetando a eficiência do processo e também causando confusão ao não se saber qual leira devia ser abastecida.

Outra coisa é que iniciou-se a depositar a matéria seca no interior do barracão, enquanto as leiras eram montadas do lado de fora. Isso atrasa o serviço e promove maior desgaste de energia devido a distância das leiras, onde a palha era efetivamente utilizada.

Na virada do ano de 2014 para 2015 houve um atraso na retomada da coleta de resíduos orgânicos. Isso ocorreu pelo fato da operação da compostagem ocorrer com mão de obra voluntária, que em certos momentos pode priorizar outros trabalhos. Também é reflexo de ser um projeto novo, que ainda não havia completado um ciclo anual para experienciar esses momentos de recesso das aulas e retomada das mesmas.

O GEISA reunido tomou a decisão e em março de 2015 retomou a iniciativa e definiu que montaria um grupo gestor para garantir a comunicação entre os operadores e pensasse melhorias para a atuação. Neste momento três pessoas tomaram a frente da operação.

Em Junho de 2015, ocorreu uma atividade de formação do GEISA, construída por três

integrantes do grupo gestor da compostagem, que promoveu debate no que toca a questão de resíduos e desperdício, contextualizou a compostagem e seus processos, e também trouxe ao debate as experiências conhecidas durante o 1º curso de formação em Compostagem Comunitária ocorrido em Florianópolis.

Nesta formação definiu-se que o grupo gestor do projeto faria um planejamento para o segundo semestre, o qual resumem-se as propostas no item 4.6.

No meio do ano integrantes do grupo foram contemplados com bolsas, uma de extensão e uma de iniciação científica. Desta forma a remuneração fomenta o trabalho de duas pessoas até agosto de 2016 e também o avanço nas pesquisas.

No segundo semestre foram implantadas leiras com a metodologia UFSC (Figuras 18 a) e b)) e seguida a disposição estipulada na Figura 13, iniciando a primeira bateria de leiras. (Figura 17)



Figura 17: Primeira bateria de leiras.



Figuras 18 a) Leira estática com aeração passiva, sendo alimentada e b) sendo coberta.

A leira de segunda feira não segue a metodologia UFSC, pois alguns membros do grupo estão seguindo trabalho de uma disciplina em que haviam escrito projeto baseado na metodologia de alambrado. Como segunda feira é o dia em que há menos resíduos, esta leira suporta o volume aportado. Nesta foi colocada uma lona por baixo da leira para que se coletasse o líquido percolado produzido. (Figura 19)



Figura 19: Leira com coletor de percolado

O manejo de cada leira apenas uma vez por semana permite que o ecossistema interno da leira tenha tempo para multiplicação e redução do volume até o próximo manejo. Se o manejo na mesma leira fosse feito a cada dois dias, dificultaria o desenvolvimento da vida microbiana, pelo fato de a cada manejo haver o desequilíbrio causado pela perda de calor e revolvimento.

A metodologia UFSC foi bem aceita e o grupo rapidamente se empoderou da montagem deste tipo de leiras.

A reorganização do espaço de trabalho igualmente se mostrou interessante, constituindo um método de atuação, onde agora os operadores de cada dia sabem exatamente qual leira abastecer, além de ter o estoque de matéria seca mais próximo de seu local de uso.

Em relação ao fornecimento de matéria seca, desde o início tem sido utilizados os resíduos provenientes da poda dos entornos do pátio de compostagem. Este é coletado com rastelo. Devido ao novo formato de leira necessitar de mais material para a composição da

leira, esta prática de rastelar simultaneamente ao resto do manejo tem se mostrado desgastante, por conta de depender do período em que é feito a capina na proximidade. No período de inverno, devido a redução das chuvas, reduz-se o corte do capim, assim é necessário que se busque cada vez mais longe a matéria seca.

O grupo entende que é necessário e articulou junto a empresa terceirizada que faz a poda e capina, para que esta não jogue fora o capim cortado em outras áreas, mas que este montante de capim seja encaminhado ao pátio de compostagem. Existe também a intenção de articular o aporte de serragem que é resíduo de serrarias da região.

Em alguns dias, as leiras tem sido encontradas com buracos e um pouco bagunçadas (Figura 21). Isso é resultado da ação de cachorros que encontraram nas composteiras caminho para obtenção de alimentos (Figura 20). Os buracos reduzem a eficiência do processo pois as aberturas permitem a perda de calor, causando desequilíbrio no ecossistema da leira, e permitem a entrada de moscas. Para resolução desta situação a intenção do grupo é construir uma cerca ao redor de toda a área, como exemplificado na figura 13 .



Figura 20: Cães no pátio de compostagem



Figura 21: Leira bagunçada.

Até outubro de 2015 manteve-se o quadro das impurezas encontradas nos sacos de resíduos orgânicos. Além disso é necessário sempre checar as demais caçambas pois costumeiramente alguns sacos são dispostos erroneamente nelas.

É importante estabelecer um contato mais próximo a equipe do RU, no dialogo cotidiano e também a partir de atividades de formação a fim de que estes se empoderem do procedimento da separação de resíduos e da compostagem. É importante também acompanhar o serviço do RU para observar e elencar possíveis melhorias no gerenciamento dos resíduos. Tal aproximação certamente garantiria uma melhor separação e evitaria as impurezas enviadas ao pátio de compostagem. Vale ressaltar que o uso de sacos plásticos para a separação dos resíduos orgânicos gera muito resíduo ao final, já que estes sacos não são

reutilizados. Uma possível alternativa é o uso de bombonas de 50 litros, com pedal e tampa para que a equipe da cozinha não tenha contato com a lixeira. As bombonas podem ser lavadas e reutilizadas.

Ao longo deste período o pátio de compostagem recebeu algumas visitas escolares, foi espaço para mini curso durante a Semana da Engenharia Ambiental de 2014, e também serviu para a demonstração da compostagem para diversos estudantes da USP São Carlos. A repercussão do projeto demonstra que as oficinas e conversas tem cumprido o papel de difundir a prática da compostagem.(Figuras 22 a e b)



Figuras 22 a) e b): Visita de turma do SESI Barra Bonita

Então o pátio de compostagem serve como ferramenta de educação ambiental e sensibilização para a questão dos resíduos sólidos e da agricultura urbana, sendo um espaço pedagógico que dialoga de forma prática com conteúdos escolares e os questionamentos que a sociedade levanta a respeito de problemáticas ambientais.

Hoje cerca de dez pessoas estão envolvidas com a gestão do projeto e participando da operação do pátio de compostagem, o que representa o fortalecimento do projeto, garantindo a continuidade da compostagem na USP, e a formação de mais agentes capacitados em gestão e

gerenciamento de resíduos orgânicos.

Em cerca de dois anos foi possível experimentar diferentes metodologias, compreender as possibilidades de articulação junto ao RU e a demais órgãos de fomento da USP, perceber as dificuldades deste processo e a partir disto encontrar novas ideias e soluções.

Entende-se então que a existência deste pátio de compostagem, possibilita a vivência e atuação prática na área de gestão de resíduos sólidos, contribuindo à formação de seus participantes, complementando a graduação em engenharia ambiental, além de servir como laboratório para pesquisas.

O GEISA enquanto grupo gestor deste projeto, entre outros na área socioambiental, é exemplo para comprovar a importância da atuação em projetos de extensão universitária.

5.2 Resultados da quantificação

A Tabela 2 apresenta as informações obtidas ao longo de 13 dias de pesagem, com a massa de cada saco de resíduo orgânico e a somatória de cada dia.

Tabela 2: Quantificação diária, com informação de cada saco.(Kg)

data	24/ago	26/ago	02/set	04/set	14/set	16/set	18/set	21/set	23/set	25/set	28/set	30/set	02/out
	15,85	8,2	11,55	7,2	8,5	20,95	9,65	18,9	20,8	3,2	21,3	8,4	17,85
	20,7	10,4	7,75	13,3	6,4	11	15,8	12	7,2	7,75	12,75	12,25	15,3
	15,55	4	8,1	12,5		14,35	15,15	8,4	22,8	9,55	15,1	15,1	13,6
	10,35	16,75	13,85	10,7		7	6,5	19,1	22,4	7,9		10,55	21,35
		10,8	12,85	25,3		24,7	10,9	12,45	23,36	11,95		12,1	13,3
		28,9	18,65	10,9		28,1	9,6			7,35		17,25	18,55
		20,75	14,25	22,1		21,65	19			12,94		19,45	13,25
		10,45	7,3	21		12,45	11,4			14,8		18,3	
		9,3	14,05	25,15		11,45	19,25						
		6,05	13	13,7			22,9						
		8,85		14,95			13						
		28,9					4,25						
		17,9											
		17,49											
		13,75											
		13,6											
		17,25											
		9,5											
total	62,45	252,84	121,35	176,8	14,9	151,65	157,4	70,85	96,56	75,44	49,15	113,4	113,2

As informações contidas na Tabela 2 permitem comparar a massa que foi tratada em cada dia. Nota-se a discrepância, a heterogeneidade das massas totais de cada dia. Apesar disso, a média de massa tratada por dia de coleta é aproximadamente 120 Kg de resíduos orgânicos. Nota-se também que a massa individual dos sacos também é bastante heterogênea. Isso se deve ao fato da composição da matéria de cada saco ser de diferentes alimentos, podemos citar alguns como folhas de alface, almeirão, repolho, arroz, feijão, beterraba, tomate, cebola, laranja, abacaxi, carnes bovina e de frango, etc.

Tabela 3: Resumo final das quantificações.

Amostragem	Data	Massa total (Kg)	nº de sacos	
1	Segunda-feira	24/08/15	62,45	4
2	Quarta-feira	26/08/15	252,84	18
3	Quarta-feira	02/09/15	121,35	10
4	Sexta-feira	04/09/15	176,8	11
5	Segunda-feira	14/09/15	14,9	2
6	Quarta-feira	16/09/15	151,65	9
7	Sexta-feira	18/09/15	157,4	12
8	Segunda-feira	21/09/15	70,85	5
9	Quarta-feira	23/09/15	96,56	5
10	Sexta-feira	25/09/15	75,44	8
11	Segunda-feira	28/09/15	49,15	3
12	Quarta-feira	30/09/15	113,4	8
13	Sexta-feira	02/10/15	113,2	7
total		1455,99		

A tabela 3 resume as informações da Tabela 2 trazendo novos detalhes. O fato de segunda-feira ter em média massas menores se deve ao fato de que o RU deixou de servir refeições aos sábados, que seriam coletados e tratados às segundas-feiras. A somatória coletada nessas 13 amostras contabiliza a massa total de 1455,99Kg. Essa informação possibilita estimar que em 1 mês são produzidos em torno de 1500Kg de resíduos orgânicos no pré preparo das refeições do RU. Extrapolando esta informação, tirando os meses de janeiro, julho e dezembro que geralmente são meses de férias, permite concluir que em um ano o projeto trataria algo em torno de 13.500 Kg de resíduos.

Esta é a comprovação de que mesmo com poucos recursos, pouca prática e comprometimento, é possível promover a compostagem dos resíduos de um restaurante que serve milhares de refeições por dia.

Ainda é possível aumentar o aporte de resíduos se for articulada coleta e transporte dos resíduos produzidos na cozinha do campus 1. Também pode-se articular a coleta dos resíduos produzidos nas diversas cantinas dos campi. A situação que encontra-se mais próxima e viável

ainda é articular no RU do campus 2 a separação dos restos das bandejas e dos demais resíduos que são encaminhados ao triturador, posteriormente ao esgoto. Outra alternativa para o tratamento destes resíduos triturados seria desviar estes resíduos do esgoto com a implantação de um biodigestor.

A partir do resultado numérico produzido, nota-se a importância da compostagem para uma correta destinação dos resíduos orgânicos gerados em um restaurante. Se em apenas um restaurante são tratadas mais de 13 toneladas de resíduos ao ano, imagine quanto composto pode ser produzido em toda a cidade de São Carlos, a partir do trabalho junto a restaurantes, comunidades e feiras livres, juntamente a um trabalho de educação ambiental.

6 Conclusões

A fração orgânica dos resíduos sólidos urbanos é de extrema importância para mudar os rumos da gestão de resíduos no Brasil, tendo o composto como produto, que possibilita a sequência do ciclo da matéria orgânica bem como a redução ou eliminação do uso de insumos químicos na lavoura.

A construção de uma UDC consiste em um espaço de aprendizagem em gestão e gerenciamento de resíduos orgânicos, que provoca a mudança de hábitos em relação a separação de resíduos na fonte. No caso da USP São Carlos, hoje o projeto conta com 10 pessoas que trabalham semanalmente. Desde o início do projeto já passaram mais de 25 pessoas trabalhando e aprendendo a respeito da compostagem.

O projeto é prova de que, mesmo com pouca prática e poucos recursos, é possível tratar a fração orgânica dos resíduos sólidos urbanos. A compostagem de fato é um processo versátil, eficiente e de baixo custo, facilmente replicado até na escala de um grande restaurante, como o RU.

A vivência do trabalho e as visitas a outros projetos possibilitaram acúmulo de experiências, que ao longo destes últimos dois anos trouxeram avanços e melhorias para a prática cotidiana deste pátio.

A prática possibilita melhor formação do Engenheiro e do Educador trazendo elementos e proporcionando momentos que possibilitam um aprendizado visual e sensorial. O caráter pedagógico também atinge a todos visitantes e a comunidade da USP.

O novo método de montagem das leiras (método UFSC) e a organização do espaço trouxeram aumento da eficiência do processo, demonstrando amadurecimento do projeto, e que um projeto se constrói ao longo do tempo.

É necessária aproximação da equipe do RU para fomentar melhorias na separação. Além de

articular a coleta dos resíduos do Campus 1, outro grande passo seria deixar o uso de sacos plásticos, trocando por bombonas de 50 L, o que geraria muito menos resíduos.

Em um mês aproximadamente 1500Kg de resíduos orgânicos foram compostados. Quando extrapolado o valor estima-se que em um ano é tratado algo em torno de 13.5 toneladas de resíduos orgânicos.

O sucesso do projeto não isenta a USP de sua responsabilidade em fomentar a atividade com recursos para bolsas e equipamentos, já que o pátio de compostagem cumpre tarefa na Universidade em relação ao que orienta a Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Este projeto provoca em seu entorno a discussão a respeito do consumo e da destinação de resíduos sólidos. Certamente é peça chave para a transformação das práticas da USP São Carlos.

É possível também concluir que os projetos de extensão tem grande importância dentro das Universidades, promovendo iniciativas que difundem conhecimentos valiosos à sociedade. Grupos de Extensão Universitária, como o GEISA, de fato atuam na construção de alternativas técnicas e sociais a partir do conhecimento gerado pelas trocas entre todos envolvidos.

Referências

ABREU, M.J. **GESTÃO COMUNITÁRIA DE RESÍDUOS ORGÂNICOS: o caso do Projeto Revolução dos Baldinhos (PRB), Capital Social e Agricultura Urbana**. Florianópolis, SC. Universidade Federal de Santa Catarina, 2013.

Associação Brasileira de Empresas de Limpeza e Resíduos Especiais (ABRELPE). **PANORAMA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL**, 2014. Disponível em : <http://www.abrelpe.org.br/panorama_apresentacao.cfm> , acesso em 10/09/2015.

Associação Brasileira de Normas Técnicas, Norma Brasileira, **ABNT NBR 10004**. Rio de Janeiro, RJ, 2004.

_____. **ABNT NBR 10007**. Rio de Janeiro, RJ, 2004.

BRASIL. Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial da União, 3 de agosto de 2010.

_____. Ministério do Meio Ambiente, **MANUAL PARA IMPLANTAÇÃO DE COMPOSTAGEM E DE COLETA SELETIVA NO ÂMBITO DE CONSÓRCIOS PÚBLICOS** - Brasília, 2010

Câmara Municipal de São Carlos, **Consulta Pública Nova Forma de Gestão de Resíduos Orgânicos** (Lixo Domestico). Apresentação de Resultados. São Carlos , SP. Câmara Municipal de São Carlos, 2013. Disponível em:<<http://www.camarasaocarlos.sp.gov.br/portal/index.php/2014-02-07-16-29-13/consulta-publica>>, acesso em 05/06/2015.

Centro de Estudos e Promoção da Agricultura em Grupo (CEPAGRO) , **Agricultura Urbana**, hortas e tratamento de resíduos orgânicos, Coleção Saber na Prática agricultura

Urbana, volume 3. Florianópolis, SC, 2013

Compromisso Empresarial para Reciclagem. **CEMPRE review**. São Paulo, SP 2013.

Confederação Nacional de Municípios – CNM. **Política Nacional de Resíduos Sólidos: obrigações dos entes federados, setor empresarial e sociedade**. – Brasília: CNM, 2015.

COSTA, C. W. , DUPAS, F. A., PONS, N. A. D. - **REGULAMENTOS DE USO DO SOLO E IMPACTOS AMBIENTAIS: AVALIAÇÃO CRÍTICA DO PLANO DIRETOR PARTICIPATIVO DO MUNICÍPIO DE SÃO CARLOS, SP** - São Paulo, UNESP, Geociências, v. 31, n. 2, p. 143-157, 2012.

FRÉSCA, F. R. C. (2007). **Estudo da Geração dos Resíduos Sólidos Domiciliares no Município de São Carlos, SP, a partir da Caracterização Física**. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo. 2007.

GOMES, L. P. (1989). **Estudo da Caracterização Física e da Biodegradabilidade dos Resíduos Sólidos Urbanos em Aterro Sanitário. São Carlos/SP**. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo.

Portal da agricultura urbana, 2015
<http://www.agriculturaurbana.org.br/boas_praticas/compostagem/cepagro/curso_cepagro_compostagem_2015.html>. Esquema de montagem de leira estática com aeração passiva. Visitado em 7/09/2015.

INÁCIO, C. T. & MILLER, P. R. M. **Compostagem: ciência e prática para a gestão de resíduos orgânicos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009.

Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA , **Diagnóstico dos Resíduos Sólidos Urbanos**, relatório de Pesquisa, Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República. Brasília, 2012. Disponível em <http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/121009_relatorio_residuos_solidos_urbanos.pdf> , acesso em 07/09/2015.

LEITE, Paulo Roberto (2003). Logística reversa: meio ambiente e competitividade. São Paulo: Printice Hall.

MASSUKADO, L. M. **Desenvolvimento do processo de compostagem em unidade descentralizada e proposta de software livre para o gerenciamento municipal dos resíduos sólidos domiciliares**, 2008. 182 f. Tese (Doutorado – Programa de Pós Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP.

Núcleo de Estudos e Pesquisa em Resíduos Sólidos (NEPER) . [slides de aula de gestão de resíduos sólidos] 2013. Esquemas de classificação de Resíduos Sólidos.

Oliveira, R. A. V. **Análise do processo de implantação de uma Unidade Descentralizada de Compostagem no Campus II da USP São Carlos**. São Carlos: Universidade de São Paulo, 2013

PEIXE, M e Hack, M. B. - **COMPOSTAGEM COMO MÉTODO ADEQUADO AO TRATAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS URBANOS**: Experiência do Município de Florianópolis/SC. Disponível em: <http://www.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/27_03_2014_10.52.58.648dc17b1d3f981315f8ecf7d2104d2f.pdf > Acesso em 10/09/2015.

PROSAB. **Manual prático para a compostagem de bio-sólidos**. UEL - Universidade Estadual de Londrina, 91 p, 1999. Disponível em: <<http://www.finep.gov.br/prosab/livros/Livro20Compostagem.pdf> >. Acesso em 01/10/2015.

Schalch et. al. **GESTÃO E GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS**, São Carlos, SP. Universidade de São Paulo, 2002.