

III-399 – COMPOSTAGEM DE MIX DE RESÍDUOS VERDES E RESÍDUOS DE PRÉ-PREPARO DE PROCESSOS ALIMENTARES ORIUNDOS DE RESTAURANTE UNIVERSITÁRIO DO RIO DE JANEIRO

Carlos Rosemberg Borges de Carvalho⁽¹⁾

Engenheiro Agrícola e Ambiental pela Universidade Federal Fluminense (UFF). Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Universidade Federal Fluminense (LATEC-UFF). Mestre em Engenharia Civil - área temática de Meio Ambiente pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (COPPE/UFRJ). Doutorando em Engenharia Civil - área temática de Meio Ambiente pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (COPPE/UFRJ). Consultor do Grupo de Estudo e Tratamento de Resíduos Sólidos (GETRES/COPPE/UFRJ).

Juliana Fernandes dos Santos Garcia⁽²⁾

Engenheira Agrícola e Ambiental pela Universidade Federal Fluminense (UFF). Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Universidade Federal Fluminense (LATEC-UFF). Mestranda em Engenharia Civil - área temática de Recursos Hídricos e Meio Ambiente pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (COPPE/UFRJ).

Claudio Fernando Mahler⁽³⁾

Graduado em Engenharia Civil (1971) e em Psicologia (1988); completou o mestrado (1974) e o doutorado em Geotecnia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (1994). Fez pós doutorado na Universidade de Osnabrück (2001) e na Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo (2006) onde também obteve o título de Livre Docente. Atualmente é professor titular na Universidade Federal do Rio de Janeiro (COPPE). É líder do Grupo de Estudos em Tratamento de Resíduos (GETRES) na UFRJ.

Endereço⁽¹⁾: Avenida Pedro Calmon S/Nº - Ilha do Fundão, cidade universitária - Rio de Janeiro - RJ - CEP:21941-596 - Brasil - e-mail: carlosrosemberg@coc.ufrj.br

RESUMO

No presente estudo buscou-se desenvolver equipamento inovador para compostagem unifamiliar. Para avaliar o processo, os protótipos foram submetidos a três diferentes cenários em dois ciclos de repetição. Os cenários foram confeccionados com resíduos orgânicos de pré-preparo alimentar combinados em proporções de 25%, 50% e 75% com Resíduos Verdes (RV) de poda, capina e jardinagem. Com o protótipo, testou-se um modelo de compostagem que futuramente poderá ser multiplicado (larga escala) para todo o país na forma de compostagem unifamiliar, reduzindo os gastos e emissões com o transporte e minimizando o volume de resíduos orgânicos descartados diariamente em aterros sanitários, criando assim, uma solução sustentável para a ciclagem dos nutrientes e reaproveitamento do composto nas próprias habitações. Através dos resultados do primeiro ciclo, observou-se que no cenário A (25% orgânico e 75% RV) foi o mais lento. Já o protótipo C1(75% orgânico e 25% RV) foi o primeiro a concluir o processo de compostagem evidenciando assim, o a degradação mais acelerada. O processo de repetição do segundo ciclo ainda encontra-se em atividade. No entanto, o equipamento desenvolvido mostrou-se nesta etapa, viável e interessante, podendo a partir de novos estudos confirmatórios ser usado em residências.

PALAVRAS-CHAVE: Compostagem, Gerenciamento de resíduos sólidos, gestão de resíduos sólidos

INTRODUÇÃO

A crescente geração dos resíduos sólidos devido ao aumento exponencial do consumo humano está entre os maiores problemas ambientais da atualidade do Brasil e do mundo. Com a expansão e o adensamento das zonas urbanas, os problemas aumentam, visto que a infra-estrutura sanitária da maioria das cidades brasileiras não acompanha o ritmo acelerado desse crescimento.

É desnecessário destacar a dimensão do problema dos resíduos sólidos em nossas cidades e a necessidade de promover um gerenciamento adequado que permita eliminar ou, ao menos, reduzir de forma drástica os adversos impactos ambientais (contaminação de água e solo, poluição do ar), sanitários (proliferação de

doenças), sociais e mesmo econômicos (tratamentos de saúde, custo de recuperação de áreas degradadas etc.) provocados pelo emprego de práticas condenáveis na destinação final do lixo.

Atualmente, a problemática ambiental da geração de resíduos sólidos, em face de sua complexidade e diversidade, constitui um sério desafio a ser enfrentado, considerando que o crescimento populacional e o aumento do grau de urbanização não têm sido acompanhados com as medidas necessárias para dar um destino adequado ao lixo produzido (COELHO, 2000). Entre as fontes de degradação ambiental, os resíduos sólidos gerados oferecem risco potencial ao ambiente. Essa questão tem sido cada vez mais, objeto de preocupação de órgãos de saúde e ambientais, prefeituras, técnicos e pesquisadores da área, pois o crescimento acelerado das metrópoles faz com que as áreas disponíveis para colocar o lixo se tornem escassas (SISINNO & OLIVEIRA, 2006). Isso se verifica pela quantidade de legislações e referências existentes que preconizam condutas de gerenciamento dos resíduos (COELHO, 2000).

Os resíduos sólidos podem ser definidos como os restos das atividades humanas, considerados pelos geradores como inúteis, indesejáveis ou descartáveis. Normalmente, apresentam-se sob estado sólido, semi-sólido ou semilíquido (com conteúdo líquido insuficiente para que este líquido possa fluir livremente). Ou ainda, o lixo formado pelo conjunto dos produtos não aproveitados das atividades humanas (domésticas, comerciais, industriais, de serviços de saúde) ou gerados pela natureza (folhas, galhos, terra, areia, etc.) (BRASIL, 2004). O avanço tecnológico tem proporcionado um aumento crescente dos bens de consumo e conseqüentemente da produção de lixo, colaborando para a agressão ao meio ambiente e tornando o seu tratamento e destinação um processo de grande importância nas políticas sociais e ambientais (IBGE, 2007).

Essa questão exige a reeducação e comprometimento do cidadão (PLANETA ORGÂNICO, 2007), e suscita a emergência de uma nova postura ética, de renovação de valores, cidadania e compromisso com o social na forma de perceber, viver e conviver com o ambiente (GADOTTI, 2000).

Segundo KINASZ&WERLE (2006), no Brasil, além do aumento de bens de consumo observa-se também o aumento de serviços, como a oferta dos serviços de alimentação e nutrição que, para alcançarem seus objetivos, geram resíduos sólidos com variável composição física, contribuindo com o problema. Conforme a Fundação Nacional da Saúde (BRASIL, 2006), qualquer que seja a proposta referente ao meio ambiente, dever-se-á considerar o gerenciamento dos resíduos de forma contínua.

A Pesquisa Nacional de Saneamento Básico – PNSB (IBGE, 2007) mostrou que o crescimento populacional, bem como o aumento do grau de urbanização não foi acompanhado das medidas necessárias para dar ao lixo um destino adequado, como o da coleta seletiva (LIXO, 2007) e da compostagem. A compostagem é um processo biológico por meio do qual os microrganismos convertem a parte orgânica dos resíduos sólidos urbano em um material estável tipo húmus, também conhecido como composto (IBGE, 2007). Segundo SISINNO& MOREIRA (2005), em breve, o grande desafio das empresas brasileiras com relação à geração de seus resíduos não se limitará apenas à reciclagem, tratamento ou destinação final adequada. Será preciso implantar o conceito da não-geração e a redução da geração de resíduos na sua origem, não só porque eles identificam perdas e desperdícios, mas também pelas inerentes questões de competitividade de mercado, redução de custos, demandas legais, conscientização da população e preservação ambiental.

Segundo MAHLER E GUEDES (2006) foi desenvolvida uma composteira rotatória onde os resíduos são depositados em batelada em um tambor rotatório com uma série de perfurações laterais. Este, ao ser periodicamente girado, promove o revolvimento / aeração dos resíduos. Sendo assim, neste trabalho buscou-se o desenvolvimento de um novo equipamento, totalmente diferente do anterior citado acima, mas que tem o mesmo objetivo de realizar o processo de compostagem unifamiliar.

Apesar de os resíduos sólidos domiciliares no Brasil apresentarem alto percentual de resíduos orgânicos, as experiências de compostagem da fração orgânica são ainda incipientes. O resíduo orgânico, por não ser coletado em separado, acaba sendo encaminhado para disposição final junto com os resíduos perigosos e com aqueles que deixaram de ser coletados de maneira seletiva. Esta forma de destinação gera, para a maioria dos municípios, despesas que poderiam ser evitadas caso a matéria orgânica fosse separada na fonte e encaminhada para um tratamento específico, por exemplo, via compostagem (MASSUKADO, 2008).

A Lei no 12.305/2010, em seu Artigo 3º, inciso VII, considera a compostagem como uma forma de destinação final ambientalmente adequada de resíduos. Cabe destacar que esta mesma lei estabelece como prioridade para

a gestão e o gerenciamento dos resíduos sólidos (Artigo 9º) “a não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos”.

Dessa forma, apesar de a lei não explicitar a compostagem como um tipo de tratamento, ela assim será considerada neste trabalho. O quadro 1, apresenta a situação das unidades de compostagem nos anos 2000 e 2008, tanto em relação à quantidade tratada como em relação ao número de municípios que dispõem de unidades de compostagem como forma de destinação dos resíduos.

Quadro 1 - Número de municípios com unidades de compostagem e quantidade total de resíduos encaminhados para esses locais (2000 e 2008)

Unidade de Análise	Número de municípios com unidades de compostagem no próprio município		Quantidade total de resíduos encaminhados para unidades de compostagem no próprio município (t/dia)	
	2000	2008	2000	2008
Brasil	157	211	6364,5	1.519,50
Estrato populacional				
Municípios pequenos	139	190	529,8	497,2
Municípios médios	15	12	751	495
Municípios grandes	3	6	5083,3	527,7
Macrorregião				
Norte	1	3	5	18,4
Nordeste	17	3	112,5	13
Sudeste	70	110	5368,9	684,6
Sul	68	92	192,5	475,3
Centro-Oeste	1	3	685,6	328,2

Fonte: IPEA 2012

Observa-se que, apesar do aumento do número de municípios com unidades de compostagem, a quantidade tratada foi reduzida. Esta redução foi mais expressiva na região Sudeste, que no ano 2000 tratava 5.368,9 t/d (quadro1) de resíduos e em 2008 passou a tratar 684,6 t/d. Uma redução de aproximadamente 88%.

É provável que essa redução seja atribuída especificamente ao município de São Paulo, que, em 2000, contribuía com 4.290 t/d e em 2008 não encaminhava mais resíduos para unidades de compostagem.

Segundo o Diagnóstico dos resíduos sólidos Urbanos - IPEA 2012, a estimativa da composição gravimétrica dos resíduos sólidos coletados no Brasil, foi realizada a partir da composição média de 93 municípios brasileiros, pesquisados entre 1995 e 2008, conforme quadro 2.

Quadro 2 - Estimativa da composição gravimétrica dos resíduos sólidos coletados no Brasil

Estimativa da composição gravimétrica dos resíduos sólidos coletados no Brasil			
Materiais	Participação	Quantidade	
		2000	2008
	%	t/dia	t/dia
Material reciclável	31,9	47558,5	58527,4
Metais	2,9	4301,5	5293,5
Papel, papelão e tetrapak	13,1	19499,9	23997,4
Plástico	13,5	20191,1	24847,9
Vidro	2,4	3566,1	4388,6
Matéria orgânica	51,4	76634,5	94309,5
Outros	16,7	24880,5	30618,9
Total coletado	100	149094,3	183481,5

Fonte: IPEA 2012.

FASES DA COMPOSTAGEM

O processo de compostagem não se limita apenas à adição e mistura de materiais orgânicos em pilhas, mas envolve a escolha dos materiais, seleção do sistema de compostagem, o local onde será realizado, como também, a disponibilidade desses materiais para que processo se complete (KIEHL, 1998).

KIEHL (1998) relata que durante o processo de compostagem é possível observar três fases: uma primeira inicial e rápida de fitotoxicidade ou de composto cru ou imaturo, seguida de uma segunda fase de semi-cura ou bioestabilização, para atingir finalmente a terceira fase, a humificação, acompanhada da mineralização de determinados componentes da matéria orgânica.

Segundo PEIXOTO (1998) o tempo de compostagem normal varia em torno de 3 a 4 meses distribuídos da seguinte forma: Fase I - Fase Mesofílica inicial – Apresenta o início da decomposição da matéria orgânica, desprendimento de calor e vapor d'água, fitotoxicidade com formação de ácidos (acético, fórmico, propiônico, butírico, capróico e cáprico) e toxinas de curta duração; Fase II - Fase Termofílica de semicura ou bioestabilização – degradação ativa – é nesta fase que ocorre às reações bioquímicas mais intensas. A duração da fase termofílica depende de fatores ambientais, natureza dos resíduos, tamanho e natureza da população microbiana, balanço de nutrientes e do tipo de processo escolhido; Fase III - Fase de resfriamento – tempo duração: 2 a 5 dias. Fase IV - Fase de cura, maturação ou humificação (formação de ácidos húmicos) e de mineralização - tempo duração: 30 a 60 dias.

OBJETIVO

O presente estudo tem como objetivo desenvolver equipamento inovador de compostagem unifamiliar, analisando o funcionamento do mesmo em três diferentes condições características. As condições foram confeccionados com resíduos orgânicos de pré-preparo alimentar gerados no Restaurante Universitário Central (RU Central) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) combinados em proporções de 25%, 50% e 75% com Resíduos Verdes (RV) de poda, capina e jardinagem oriundos do Horto Viveiro da Prefeitura da UFRJ.

JUSTIFICATIVA

A pesquisa busca desenvolver um modelo atual de compostagem que futuramente possa ser multiplicado (larga escala) para todo o país na forma de compostagem unifamiliar. Com isso, haverá redução nas emissões de carbono e nos gastos com o transporte, além de minimizar o volume de resíduos orgânicos descartados diariamente em aterros sanitários. Criar-se-á assim, uma solução sustentável para a ciclagem dos nutrientes e reaproveitamento do composto nas próprias habitações, transformando um problema atual em uma solução.

MATERIAIS E MÉTODOS

O projeto piloto foi desenvolvido com a idéia inicial de criar um novo modelo de composteira unifamiliar que fosse de fácil montagem e utilização.

Após uma revisão bibliográfica extensa, decidiu-se desenvolver um novo protótipo de pequenas dimensões com capacidade para realizar o processo de compostagem para uma família de aproximadamente quatro pessoas. No entanto, pensando em um futuro próximo multiplicar o processo.

Segundo o Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil realizado em 2013 (ABRELPE 2013), a geração de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) no Brasil teve um crescimento de 4,1% do ano de 2012 para o ano de 2013 e um aumento de 0,39% na geração de RSU per capita no mesmo período. A seguir, o modelo esquemático inicial com as dimensões, conforme figura 1.

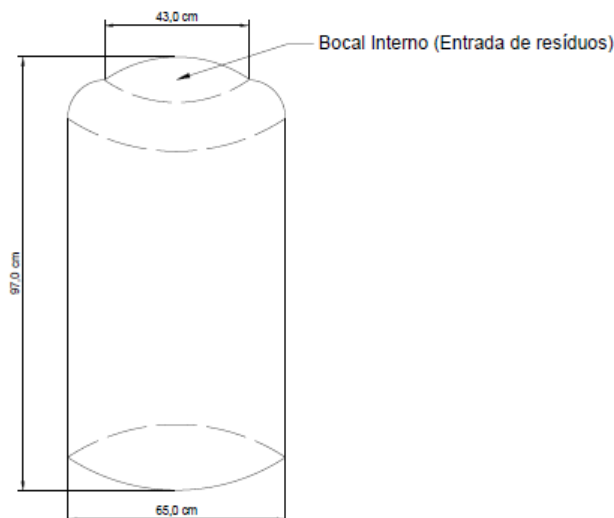


Figura 1 - Modelo esquemático inicial de dimensões do protótipo.

Definida as proporções iniciais do protótipo, buscaram-se formas de adequar a bombona com o intuito de tornar o processo de compostagem viável e eficaz.

Uma das preocupações iniciais era com o sistema de aeração da massa de resíduos. Para isso, buscaram-se formas de garantir que o processo seria o mais aeróbico possível, conforme necessidade.

O eixo principal da bombona é paralelo ao solo, facilitando os ajustes e futura movimentação interna dos resíduos.

Para aumentar a entrada de ar, foram realizados furos de forma empírica na parte de cima, nas laterais e na base da bombona, pois não foi encontrado na literatura qual deve ser a relação entre o diâmetro e a quantidade de furos para que o processo seja aeróbico.

Sendo assim, o protótipo recebeu de forma empírica 40 furos na base, 40 furos na parte superior e 32 furos em cada lateral. Todos os furos foram realizados com máquina de furar modelo BLACK&DECKER 400 – BR com broca de Aço de 11,6mm de diâmetro.

Vale ressaltar que a quantidade de furos foi realizada de maneira empírica, pois não foi encontrado na literatura acadêmica nenhum estudo que pudesse ser utilizado como base.

Outro ponto a ser destacado, caso seja necessário analisar o líquido gerado em cada protótipo, foi inserido um registro com diâmetro de 50 mm na parte mais baixa da bombona, por ser o ponto mais fácil para coleta, devido à ação da gravidade.

Criou-se também um eixo principal, feito de Poli Cloreto de Vinila (PVC) que ao ser movimentado em sua extremidade, realiza um movimento circular, facilitando o fluxo de ar, entre a bombona e o meio, melhorando a aeração da massa de resíduos, a mistura dos materiais e a manutenção do processo aeróbico. Para a movimentação do eixo, foi criado um sistema de manivela que quando acoplada na parte externa do eixo, auxilia e facilita o processo de movimentação. Todo o processo de criação e desenvolvimento do eixo foi realizado de forma manual e inovadora.

O material orgânico de pré-preparo utilizado na pesquisa foi 100% coletado do RU Central, conforme já mencionado. O material já se encontrava separado e segregado na fonte geradora. Entre a geração e a coleta para o experimento, o resíduos foram armazenados em uma câmara frigorífica, buscando minimizar o processo de degradação.

Os resíduos coletados no RU Central no dia 02/12/2014 (primeiro ciclo) foram: casca de laranja, alface lisa, alface crespa, casca de mamão, cenoura, melancia, chicória, abacaxi e rúcula, conforme quadro 3.

Quadro 3 - Resíduos de pré-preparo coletados (02/12/2014)

Resíduos RU Central	
Resíduos Pré-preparo coletados	Peso (kg) coletado
Alface lisa	27,1
Alface Crespa	16,65
Chicória	14
Abacaxi	15
Rúcula	12
Casca de Laranja	12
Casca de Mamão	51,6
Cenoura	16
Melancia	20

Com isso, foram coletados aproximadamente 185 Kg de resíduos de pré-preparo para o experimento. Já os resíduos orgânicos coletados no dia 30/03/2015 (segundo ciclo) foram: alface lisa, alface crespa, cenoura, chicória, casca de laranja, casca de mamão, casca de manga e rúcula. Com isso, foram coletados aproximadamente 160 Kg de resíduos de pré-preparo para a realização do segundo ciclo do experimento que se encontra em atividade.

Como os resíduos já se encontravam segregados (na fonte) não houve a necessidade de criar um cenário de representatividade da parcela orgânica, conforme NBR 10.007. Com isso, os cenários da pesquisa foram criados de acordo com o percentual pré-estabelecido.

Depois de realizada a coleta dos resíduos de pré-preparo do RU Central, iniciou-se o processo de coleta dos RV (poda, capina e jardinagem) do horto viveiro. a primeira coleta dos RV para o primeiro ciclo foi realizada no dia 01/12/2014, na parte da tarde. Foram coletados: Pingo de Ouro (*Duranta erecta aurea*), Moreia-bicolor (*Dietes bicolor*), Tombege, grama (*Stenotaphrum cundatum*), Califa (*Acalypha wilkesiana*) e Amendoeira (*Terminalia catappa L.*). Com isso, foram coletados aproximadamente para o primeiro ciclo aproximadamente 121kgs de RV para a realização do experimento. O processo foi repetido para o segundo ciclo de repetição do experimento, coletando aproximadamente 129Kgs de RV.

Após a etapa de coleta do material orgânico e RV, iniciou-se etapa de trituração, onde utilizou-se de triturador TR-200 TRAPP. Verificou-se que aproximadamente 5% dos resíduos orgânicos de pré-preparo foram perdidos. Esta perda está diretamente associada a perda de líquido dos resíduos após a sua trituração.

Após a trituração foram os três diferentes cenários: Cenário A - Utilizou-se 25% de resíduos orgânicos de pré-preparo e 75% de RV; Cenário 02 – Coluna B: Utilizou-se 50% de resíduos orgânicos de pré-preparo e 50% de RV e Cenário 03 - Coluna C: Utilizou-se 75% de resíduos orgânicos de pré-preparo e 25% de RV.

Segundo Heck (2013) a temperatura do processo de compostagem é o principal fator que determinará a sucessão das populações microbianas e sua representatividade nas fases de degradação, sendo elas a mesofílica e a termofílica.

Com base em diversos estudos acadêmicos sobre o tema, a atual pesquisa baseou-se no estudo da temperatura, conforme figura 02, como principal resposta do processo de degradação aeróbica. As medições foram realizadas em três diferentes pontos da extensão do protótipo, em alturas de 10 cm, 20 cm e 30 cm da massa de resíduos. O tempo de contato da haste com a massa variou-se de trinta segundos a três minutos, de acordo a oscilação de temperatura. O termômetro utilizado foi do modelo GULL TERM 200.

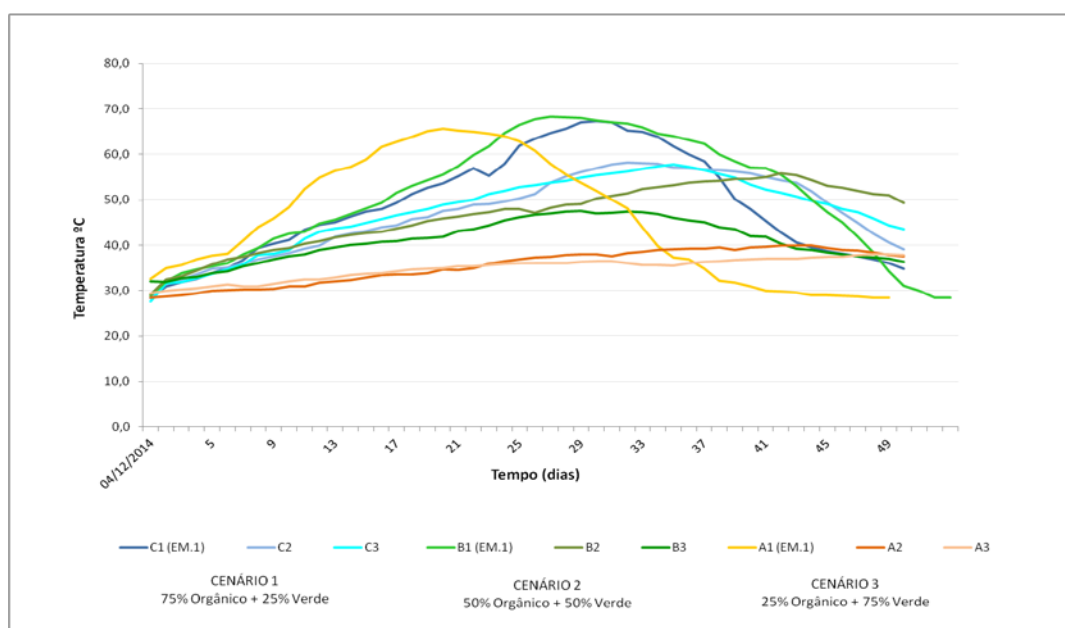


Figura 2 – Evolução da temperatura.

Outro parâmetro utilizado como indicador do processo, foi a análise pluviométrica. Onde os dados eram coletados no Sistema Alerta Rio da Prefeitura do Rio de Janeiro (Alerta Rio) na estação Ilha do Governador, a mais próxima do experimento.

CONCLUSÕES

O objetivo proposto foi atendido pela pesquisa, sendo que o protótipo desenvolvido satisfaz critérios, de facilidade de transporte, instalação, operação e simplicidade, importantes para processos de compostagem unifamiliar, tendo por monitoramento térmico apresentado resultados satisfatórios.

O protótipo C1 mostrou ser o mais eficiente devido a maior percentual de orgânico, constituído por resíduos de pré-preparo alimentar do RU Central na mistura.

Após a confecção da pesquisa, verificou-se que o protótipo é uma grande alternativa para as famílias brasileiras, minimizando assim boa parte dos problemas oriundos do gerenciamento de resíduos sólidos.

Como propostas de pesquisa têm-se:

Incluir nos estudos o uso do composto em percentuais de 5, 10 a 20% misturados com os resíduos na fase inicial do processo para atuar como inoculador.

Estudo detalhado dos ganhos ambientais e econômicos com a implementação de um processo caseiro de compostagem empregando o protótipo aqui desenvolvido e porventura outros modelos existentes no mercado.

Estudo do processo de compostagem com o protótipo medindo as emissões gasosas, monitorando além da temperatura, umidade e pH.

Desenvolvimento de um modelo computacional para simular o fenômeno de compostagem, com aplicação ao protótipo aqui desenvolvido, como forma de estudar melhor posição, número e diâmetro dos furos, de forma a garantir um processo aeróbio, diminuindo aspectos empíricos no processo de decisão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. - **Amostragem de resíduos sólidos – NBR 10.007.**
2. ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Compostagem. NBR 13591.**
3. ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Resíduos Sólidos - Classificação - NBR 10.004.**
4. ABRAMOVAY, R. (2013). **Lixo Zero – Gestão de resíduos sólidos para uma sociedade mais próspera.** Planeta Sustentável: Instituto Ethos.
5. ABRELPE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **“Panorama dos resíduos sólidos no Brasil”**, 2013.
6. ALMEIDA, R. G. (2012). **Estudo da geração de resíduos sólidos domiciliares urbanos do município de caçador SC, a partir da caracterização física e composição gravimétrica.** Ignis, Caçador, vol.1, nº1, jan./jun.
7. ANDRADE, E. A. (2014). **Avaliação do ciclo de vida na gestão de resíduos sólidos: Um estudo de caso da coleta seletiva do Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro.** Dissertação - Universidade Federal do Rio de Janeiro / UFRJ - COPPE. Rio de Janeiro.
8. ARTHURSON, V. **Proper sanitization of sewage sludge: A critical issue for a sustainable society.** Applied and Environmental Microbiology, v.74, p.5267-5275, 2008.
9. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 2004. NBR 10004 – Resíduos Sólidos – Classificação. Rio de Janeiro, RJ.
10. BARREIRA, L.P., JUNIOR, A. P., RODRIGUES, M.S., **Usinas de compostagem do Estado de São Paulo: Qualidade dos compostos e processo de produção.**
11. BEIGL, P.; LEBERSRGER, S.; SALHOFER, S. (2008). **Modelling municipal solid waste generation: review.** Vienna, Austria: Institute of Waste Management, Department of Water, Atmosphere and Environment, BOKU – University of Natural Resources and Applied Life Sciences.
12. BIDONE, F.R.A.; POVINELLI, J. (1999) **Conceitos básicos de resíduos sólidos.** São Carlos: EESC; USP.
13. BIDONE, Francisco Ricardo Andrade; GEHLING, G. R.; SOUZA, L. F.; REIS, M. F. P.; MACHADO, R. M.; MIRANDA, A. R.; MARTINS, A.; BARRELLA, K.M.; ALVES, K.C.G.; SOARES, S. R.; ROCHA, J. C. 2001. **Resíduos Sólidos Provenientes de coletas Especiais: Eliminação e valorização.** Rio de Janeiro: ABES.
14. BRASIL. ABNT / CETESB / NBR 10.004/04. **Resíduos sólidos – Classificação**
15. BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Orientações técnicas para apresentação de projetos de resíduos sólidos urbanos.** Brasília: Funasa, 2006.
16. BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). (2010a) **Censo 2010.**
17. BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome. (2007) **Avaliação de Políticas e Programas do MDS– Resultados Volume 2 – Bolsa Família e Assistência Social Brasília (DF).**
18. BUSNELLO, J. F., KOLLING, F. D.. (2013). **pH and particle size in small-scale composting waste streams with different.** VIII Congresso Brasileiro de Agroecologia – Porto Alegre/RS – 25 a 28/11/2013.
19. CAMPOS, H. (2012). **Evolution of income and per capita generation of solid wastes in Brazil.** Universidade de Brasília (UnB).
20. CARVALHO, R.R., CARVALHO A.A.. (2012). **A compostagem como ferramenta de educação ambiental no Instituto Federal do Maranhão Campus Codó.** VII CONNEPI 2012.
21. COELHO, H. **Manual de gerenciamento de resíduos de serviços de saúde.** Rio de Janeiro: Fiocruz; 2000.
22. COMLURB – Companhia Municipal de Limpeza Urbana. **Caracterização Gravimétrica e Microbiológica dos Resíduos Sólidos Domiciliares do Município do Rio de Janeiro.** Rio de Janeiro.
23. CORDEIRO, N. M. (2010). **Compostagem de resíduos verdes e Avaliação da qualidade dos compostos obtidos – Caso de Estudo da Algar S.A.** Dissertação – Universidade Técnica de Lisboa. Portugal.
24. Diagnóstico dos Resíduos Sólidos Urbanos (IPEA) – Relatório de Pesquisa (2012).
25. Diagnóstico dos resíduos Sólidos Urbanos. IPEA, 2012.
26. EHM, G. **State of the art compost facility draws visitors from around the World.** Vermeer Corporation, Pella, Iowa.
27. EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Compostagem de Resíduos para Produção de adubo orgânico na pequena propriedade.** Circular Técnica 59. ISSN 1678-1945. Aracaju, SE, 2009.
28. EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Compostagem caseira de lixo orgânico doméstico.** Circular Técnica 76. Bahia. 2009.

29. FERNANDES, Fernando; SILVA, Sandra Márcia Cesário Pereira. 1999. **Manual Prático para Compostagem de Biossólidos**. Rio de Janeiro: ABES.
30. FETTI, G., **Evolução da matéria orgânica durante o processo de compostagem**. IBILCE-UNESP, São José do Rio Preto, SP. (2014)
31. FIALHO, L. L., (2007). **Caracterização da matéria orgânica em processo de compostagem por métodos convencionais e espectroscópicos**. Tese – Universidade de São Paulo, São Carlos.
32. GADOTTI, M. Perspectivas atuais da educação. Porto Alegre: Artmed, 2000. 294p.
33. GAZANÃO, L. (2012). **Pensando a compostagem como ferramenta de aprendizagem significativa**. Universidade do Vale do Paraíba. São José dos Campos.
34. GÜNTHER, W. M. (2010). **Tratamento e disposição final de resíduos sólidos Urbanos**. Universidade de São Paulo.
35. HECK, K. **Evaluation of degradation temperature of compounds in a composting process and microbiological quality of the compost**. (2013)
36. HOFFMANN, R.; LEONE, E.T. (2004). **Participação da mulher no mercado de trabalho e desigualdade da renda domiciliar per capita no Brasil: 1981–2002**. *Nova Economia*.
37. HOGG,D.;BARTH,J.;FAVOINO,E.;CENTEMERO,M.;CAIMI,V.;AMLINGER,F.;DEVLEIGHER,W.;B RINTON,W.;ANTLER,S.**Comparasion of compost standarts within the EU, North America and Australia**. Oxon, The WasteandResourcesActionProgramme-WRAP, 2002.
38. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico – 2007.
39. IBGE. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico – PNSB; 1991.
40. **Indicadores de Desenvolvimento Sustentável, Brasil 2010**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Brasil 2010.
41. Karina HeckI; Évilin G. De MarcoI; Ana B. B. HahnI; Mariana KlugeII; Fernando R. SpilkiII; Sueli T. Van Der SandI. **Evaluation of degradation temperature of compounds in a composting process and microbiological quality of the compost**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental v.17, n.1, p.54–59, 2013.
42. KIEHL, Edmar José. 1985. **Fertilizantes Organicos**. Piracicaba. Editora Ceres.
43. KIEHL, Edmar José. 1993. **Fertilizantes Organiminerais**. Piracicaba: Editora Ceres.
44. KIEHL, Edmar José. 1998. **Manual de compostagem**. Piracicaba: Editora Ceres.
45. KINASZ, T.R.; WERLE, H.J.S. **Produção e composição física de resíduos sólidos em alguns serviços de alimentação e nutrição, nos municípios de Cuiabá e Várzea Grande, Mato Grosso: questões ambientais**. Rev. Higiene Alimentar, São Paulo, v.20, n.144, 2006.
46. LIXO. Disponível em: BARBOSA, G. Incineração. In: JARDIM, N. S. et al. (Coord.). **Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado**. São Paulo: IPT/CEMPRE, 1995. (Publicações IPT, 2163.
47. Manual gerenciamento Integrado de resíduos sólidos – IBAM, 2011.
48. MASSUKADO, L.M. **Sistema de Apoio à Decisão: Avaliando cenários de gestão integrada de resíduos sólidos urbanos domiciliares**. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, Universidade de São Carlos, São Carlos, SP.
49. Mello, G. (2012). Notas sobre gerenciamento de resíduos sólidos urbanos no Brasil - BNDES.
50. MELO, L.C.A., SILVA C.A., DIAS, B. O. (2008). **Caracterização da matriz orgânica de resíduos de origens diversificadas**. R. Bras. Ci. Solo, 32:101-110.
51. MORAES, R. P.(2012). **Definição de um sistema de gestão de resíduos sólidos domésticos com compostagem para Londrina, PR**. Tese – Universidade Metodista de Piracicaba, Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo. Santa Bárbara d’oeste.
52. NEVES, E.F; CROCOMO, F.C. (2005). **A relação entre a pobreza e o crescimento econômico do Brasil: uma análise via a propensão marginal a consumir**.
53. OLIVEIRA, S.A., LEITE, V.D. , PRASAD, S, RIBEIRO, M.D. (2004). **Estudo da produção per capita de resíduos sólidos domiciliares da cidade de Campina Grande – PB**.
54. OLIVEIRA, S.A.; LEITE. V.D.; PRASAD, S.; RIBEIRO, M.D. (2004). **Estudo da produção per capita de resíduos sólidos domiciliares da cidade de Campina Grande-PB**. Revista Saúde e Ambiente, p. 37-44.
55. **Orientações básicas para operação de usina de triagem e compostagem de Lixo**. Fundação Estadual do Meio Ambiente. Belo Horizonte. MG. 2006.
56. PEIXOTO, R. T. G. **Compostagem: opção para o manejo orgânico do solo**. Circular, 57, IAPAR, Paraná, 48p., 1998.

57. PEREIRA NETO, J. T. **Gerenciamento integrado de resíduos sólidos urbanos**: município de Bituruna – PR. Minas Gerais: UFV, 1987.
58. PEREIRA NETO, J. T. **Lixo Urbano no Brasil: Descaso, Poluição Irreversível e Mortalidade Infantil**. *Ação Ambiental*- Universidade Federal de Viçosa, agosto/setembro, p. 8-11. 1998.
59. PEREIRA NETO, J. T., 1987: “**On the Tratment of Municipal Refuse and Sewage Sludge Using Aerated Static Pile Composting – A Low Cost Technology Approach**”. University of Leeds, Inglaterra. p. 839-845.
60. PEREIRA NETO, J. T., 1996: **Manual de Compostagem**. Belo Horizonte – UNICEF.
61. PLANETA ORGÂNICO. **Lixo – o que fazer?**
62. Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos – PMGIRS da Cidade do Rio de Janeiro. Agosto 2012 – Agosto 2016. Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro.
63. [R.A Slater](#), [J.Frederickson](#). **Composting municipal waste in the UK: some lessons from Europe. (2001).**
64. REIS, M. F. (2004). **Avaliação de uma unidade de triagem e compostagem: Forma de Trabalho e rendimento produtivo**. Caxias do Sul – RS.
65. REZENDE, J. (2013). **Gravimetric composition and specific weight of urban solid waste in Jaú (SP).**
66. ROCHA, I. L. AGUIAR, M. I. (2012). **Análise comparativa de estudos sobre a caracterização física dos resíduos sólidos urbanos gerados em diferentes municípios brasileiros**. VII CONNEPI 2012.
67. SANTOS, J. L. (2007). **Caracterização físico-química e biológica em diferentes laboratórios de produtos obtidos a partir da compostagem de resíduos orgânicos biodegradáveis**. Universidade Federal de Coimbra. Portugal.
68. [SCHUELER, A.S.](#) ; MAHLER, C.F. ; GUIAO, R. . Compostagem. In: Mahler, Claudio Fernando. (Org.). **Lixo Urbano. O que você precisa saber sobre o assunto..** 1ed. Rio de Janeiro: Editora Revan FAPERJ, 2012, v. 1, p. 33-70.
69. SHARMA, V. K; CANDITELLI, M; FORTUNA, F.; CORNACCHIA. 1997. **Processing of Urban and Agro-Industrial Residues by aerobic composting: Review**. In: **Energy Conversion and management**, Inglaterra, v. 38.
70. SILVA, L. M. (2009). **Compostagem de resíduos sólidos urbanos em locais contemplados com coleta seletiva: Influência da triagem e da frequência de revolvimento**. Dissertação -Universidade Estadual de Londrina. Paraná.
71. SISINNO, C.L.S.; MOREIRA, J.C. **Ecoeficiência: um instrumento para a redução da geração de resíduos e desperdícios em estabelecimentos de saúde**. Cad. Saúde Publ, Rio de Janeiro, v.21, n.6, p. 1893-1900, jan./fev.2005.
72. SISINNO, C.L.S.; OLIVEIRA, R.M.M. **Resíduos Sólidos, Ambiente e Saúde, uma visão multidisciplinar**. 3^a. ed. Rio de Janeiro: Fiocruz; 2006.
73. ZUCCONI F & BERTOLDI M. **Composts specifications for the production and characterization of composts from municipal solid waste**. In **Compost: production, quality and use**, M de Bertoldi, M.P. Ferranti, P.L'Hermite, F.Zucconi eds. Elsevier Applied Science, London, 30-50 p, 1987.