

Avaliação do Composto Gerado no Aterro Sanitário do Município de Goiânia-GO e Sua Aplicabilidade

Amanda R. S. Silva, Sandro M. Pimenta & Tiago G. Ribeiro

Foi avaliada as características do composto gerado no aterro sanitário do município de Goiânia - GO e sua aplicabilidade. Realizaram-se coletas de amostras do composto, para determinações dos seguintes parâmetros: nitrogênio, fósforo e potássio (macronutrientes). Com os resultados, se estabeleceu a aplicabilidade do composto nas mudas do viveiro localizado no aterro, que são encaminhadas para os canteiros e praças do município de Goiânia. Apesar dos problemas operacionais, como falta de maquinário, recursos e mão de obra, terem refletido nas características dos parâmetros avaliados, o composto gerado apresentou caráter satisfatório e eficácia em sua aplicabilidade.

Palavras-chave: *compostagem; resíduo agroindustrial; leiras; macronutrientes.*

The characteristics of the compost generated in the landfill in the city of Goiânia - GO and its applicability were evaluated. Compost samples were collected to determine the following parameters: nitrogen, phosphorus and potassium (macronutrients). With the results, the applicability of the compound was established in the seedlings of the nursery located in the landfill, which are sent to the flowerbeds and squares of the municipality of Goiânia. Despite the operational problems, such as lack of machinery, resources and labor, having reflected in the characteristics of the evaluated parameters, the generated compost was satisfactory and effective in its applicability.

Keywords: *composting; agroindustrial residue; windrow; macronutrients.*

Introdução

A quantidade de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) gerados no Brasil, além do processo de urbanização, industrialização e o aumento dos patamares de consumo, se configuram um grave problema ambiental. O Brasil produz cerca de 241.614 toneladas de lixo por dia, sendo 76% depositados a céu aberto, em lixões, 13% em aterros controlados, 10% em usinas de reciclagem e 0,1% passam por processo de incineração. Estima-se que, dos RSU coletados das residências brasileiras, 51,4% são resíduos orgânicos, 13,1% de papéis, papelão e tetrapak, 13,5% de plásticos, 2,4% de vidros e 2,9% de metais.³

É importante citar que, as atividades agrícolas e agropecuárias também geram grande quantidade de resíduos, como restos de culturas, palhas e resíduos agroindustriais, dejetos de animais, podendo provocar sérios problemas de poluição. Além disso, quando manipulados de maneira adequada, acabam suprindo com vantagens, grande parte da demanda de insumos industrializados sem afetar adversamente os recursos do solo e do ambiente.²¹

O processo de compostagem surge como uma alternativa simples, barata e de fácil manutenção para reciclagem de resíduos. Sendo assim, esta técnica é definida como um processo natural de decomposição da matéria orgânica, sob ação de microrganismos aeróbios, em que é gerado um produto rico em nutrientes, denominado composto, que pode ser usado como adubo nas suas mais diversas aplicações, onde, os nutrientes que estavam indisponíveis nos materiais orgânicos, tornam-se disponíveis para as plantas.^{9, 17, 20}

Costa et al⁵ destacam a importância do monitoramento regulado da temperatura, visto que ela é determinante no equilíbrio e eficácia do processo, dentre outros parâmetros como a relação carbono/nitrogênio (C/N), pH, aeração e umidade. Inácio e Miller¹⁰ afirmam que dois grupos principais de microrganismos, agem na compostagem: os termófilos que atuam numa faixa acima de 45 até 75°C, participam da fase de degradação ativa, em que são eliminados organismos patogênicos e onde as atividades microbiológicas são mais intensas e os mesófilos, que apresentam atividade ótima até 45 °C. Os autores afirmam que, quando a temperatura do

composto se iguala com a temperatura ambiente, há uma fase de resfriamento, em que o produto final é gerado, o composto propriamente dito, configurando-se as três fases do processo.

A técnica de compostagem, quando praticada em larga escala apresenta como um de seus benefícios mais significantes, a diminuição do volume de resíduos que seriam encaminhados para aterros sanitários e lixões. Destaca-se como consequência, a diminuição dos impactos ambientais causados pela geração destes em larga escala, assim como a redução dos riscos de explosões provocadas pelo gás metano, proveniente do processo de decomposição anaeróbia dos compostos biodegradáveis dos resíduos orgânicos, redução das emissões atmosféricas e consequentemente o aumento da vida útil do aterro.^{16, 22, 24, 25}

Segundo a NBR 8.419/1992 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)¹, definiu-se aterro sanitário:

Técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, sem causar danos à saúde pública e à sua segurança, minimizando os impactos ambientais, método este que utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos à menor área possível e reduzi-los ao menor volume permitível, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho, ou a intervalos menores, se necessário. (1992, p.1).

De acordo com os dados do Plano de Gestão Ambiental (PGA) do Aterro Sanitário do Município de Goiânia – GO os resíduos sólidos eram dispostos na área do atual aterro sanitário desde 1983, sem medidas de controle (lixão). Apenas em 1993 (Norma de 1992), foi iniciada sua adequação para funcionar dentro das normas estabelecidas pela NBR 8419, permanecendo até os dias atuais. Em média o aterro recebe 37.765,97 toneladas por mês de resíduos, distribuídos em: domiciliares, resíduos dos serviços de saúde, particulares e o lodo da ETE *Goiânia*, Dr. Hélio Seixo de Britto.⁸

O aterro sanitário de Goiânia possui um pátio de compostagem que abrange leiras em diferentes fases de maturação do composto. Este processo envolve transformações extremamente complexas, de natureza bioquímica promovidas por milhões de microrganismos do solo que têm na matéria orgânica *in natura* sua fonte

de energia, nutrientes, minerais e carbono. Uma pilha de composto não é um monte de lixo orgânico empilhado ou acondicionado em um compartimento, e sim, uma forma adequada de fornecer ótimas condições aos microrganismos para que estes degradem a matéria orgânica e disponibilizem nutrientes para as plantas.²⁷

Os resíduos provenientes das atividades agrícolas e agropecuárias podem ser inseridos no processo de compostagem, visto que esta prática vem sendo utilizada por vários setores agroindustriais, comprovando a eficiência do processo.⁶

Malheiros¹⁹ afirma que o resíduo ruminal bovino é o primeiro compartimento do estômago, conteúdo do rúmen, omaso e retículo bovino retirado do animal abatido em frigorífico, sendo composto basicamente por capim parcialmente digerido e sais minerais, que fazem parte da alimentação animal, assim, por ser material basicamente orgânico, é passível de ser tratado por meio de processos como a compostagem.

Galho triturado e palha de arroz são outros componentes que, quando inseridos são ótimos condicionantes para o solo, além de serem fontes de macronutrientes, como nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), mais conhecidos como NPK. Inácio e Miller¹⁰ afirmam que quando se trata de N, P, e K, o nitrogênio é importante na formação das proteínas e, especialmente, do DNA e RNA microbiano, influenciando diretamente na capacidade de reprodução e crescimento da população de microrganismos. Peixoto²³ explana que o fósforo, quando adicionado ao solo, promove o crescimento das raízes e frutos, apresenta resistência ao frio, auxilia o perfilhamento, acelera a maturação e o potássio faz com que a planta tenha um melhor controle sobre suas funções vitais como respiração, perda de água e resistência a pragas. Com isso, deixa inclusive as raízes mais fortes e ajuda na absorção de outros nutrientes.

Diante do exposto, o presente estudo tem como objetivo descrever o processo de compostagem, avaliar as características do composto gerado no aterro sanitário do Município de Goiânia – Goiás e posteriormente, verificar sua aplicabilidade nas mudas que serão encaminhadas para praças e canteiros do município.

Material e Métodos

ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado no pátio de compostagem, localizado no aterro sanitário no município de Goiânia, região central do estado de Goiás, Brasil, município que atualmente possui uma população de aproximadamente 1.495.705 habitantes¹⁴. O aterro está situado próximo à rodovia GO - 060, no quilômetro 03, Setor Chácara São Joaquim, o aterro sanitário de Goiânia possui uma área de 451.033 m² conforme a Figura 1.

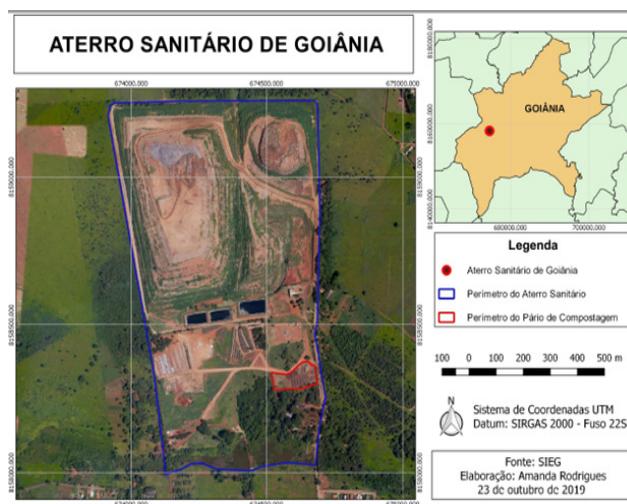


Figura 1. Vista do Aterro Sanitário de Goiânia – GO. Fonte: SIEG, adaptado do Google Earth, 2019

De acordo com dados fornecidos pela atual gestão do aterro, no ano de 2018 foram recebidos 420.510 toneladas de resíduos sólidos. Dentro desse quantitativo de resíduos que foram encaminhados para o aterro sanitário de Goiânia, a Companhia de Urbanização de Goiânia (COMURG) realizou a composição gravimétrica para levantar dados para o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS). Conforme os dados obtidos, os resíduos provenientes do aterro e suas respectivas porcentagens são: 62,9% de materiais orgânicos, 19,8% de materiais recicláveis, 0,49% de resíduos da construção civil (RCC) e 16,8% de resíduos que se enquadram na Classe II de acordo com a NBR ABNT 10.004/2004.8

O pátio de compostagem, abrange uma área de aproximadamente 10.600 m², formada por chão batido (terra compactada). Atualmente essa área abrange 13 leiras em processo de degradação e estabilização microbiológica. Essas leiras apresentam diferentes idades e, conseqüentemente, diferentes fases de maturação dos compostos gerados e têm dimensões de aproximadamente 3 metros de largura, 24 metros de comprimento e 1,30 metros de altura, dependendo do espaço disponível para melhor disposição das mesmas e da quantidade de resíduos a serem dispostos. O composto a ser analisado é formado por materiais mais secos, portanto não é gerado percolado e por este motivo não apresenta sistema de drenagem.

Todas as pilhas de leiras são formadas pelos mesmos traços, sendo eles: galho triturado, palha de arroz e resíduo ruminal bovino, na proporção 4:2:2, sendo quatro conchas de galho triturado, duas conchas de palha de arroz e duas conchas de resíduo ruminal bovino (o aterro não recebe resíduos avícolas e suínos, apenas de bovinos), que são traçados com o auxílio da retroescavadeira ou da pá carregadeira, com altura e largura determinadas a partir do espaço disponível para sua implantação.

O aterro sanitário abrange viveiros que cultivam mudas para serem encaminhadas para praças e canteiros do município de Goiânia. A terra vermelha (terra traçada) é misturada com o composto gerado nas leiras, na proporção 2x1 (sendo duas conchas de terra vermelha e uma concha de composto), para que seja aplicado nas mudas. O adubo puro não pode ser aplicado diretamente nas mudas, pois apresenta uma carga de nutrientes muito elevada, podendo prejudicar o desenvolvimento das mudas.

O projeto foi dividido em etapas, buscando o entendimento do problema (conceitos e caracterização detalhada da área) e das metodologias de estudo, prosseguindo com as etapas de campo, laboratório e consolidação dos resultados, sendo assim realizou-se a caracterização do pátio de compostagem e dos aspectos ambientais relacionados aos resíduos, como também a caracterização do processo de formação das leiras (Figura 2).

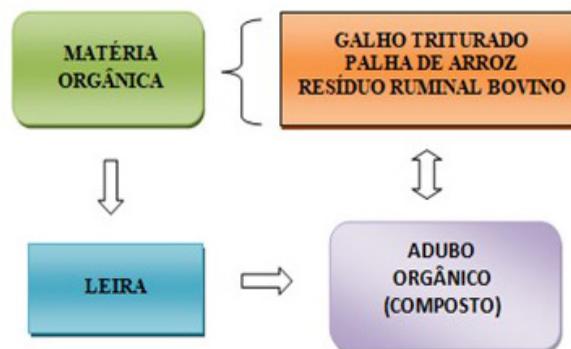


Figura 2. Esquema simplificado de formação das leiras

Após a caracterização, foram selecionadas duas leiras para serem analisadas ao longo do desenvolvimento do projeto, sendo elas: Leira 1 (L1), denominada “viveiro” (Figura 3) e Leira 2 (L2), denominada “estrada” (Figura 4), atribuídos com base nos pontos de referências de suas respectivas localizações. A L2 está em processo de decomposição desde outubro de 2018, e a L1 desde fevereiro de 2019. Sendo assim, configuram-se leiras com idades diferentes e em diferentes fases de decomposição da matéria orgânica.

Em seguida, foi feita a aferição das temperaturas internas nas leiras escolhidas, com o auxílio do termômetro digital do tipo espeto (sonda multiparametro instrutherm ph-1500), nas campanhas de amostragem denominadas A1(14/05/2019), A2 (28/05/2019), A3 (19/08/2019), A4 (23/09/2019) e A5 (21/10/2019), que foram exatamente os dias em que o projeto foi acompanhado in loco.

As temperaturas foram aferidas duas vezes no mês de maio, com um período de 14 dias entre um intervalo e outro, posteriormente, apenas uma vez ao mês, durante os meses de agosto a outubro, totalizando 5 aferições in loco. Para avaliação das temperaturas internas foram definidos três pontos por leira, como ilustra a Figura 5. Esses pontos foram denominados: Extremidade 1, meio e extremidade 2 e em cada um desses pontos, foram averiguadas as temperaturas em três alturas diferentes, denominadas: altura superior, altura média e altura inferior. No final, totalizaram-se 9 temperaturas por leira.



Figura 3. Leira 1, localizada próxima ao viveiro, implantada em fevereiro de 2019



Figura 4. Leira 2, localizada próxima a estrada, implantada em outubro de 2018

Para realização das coletas foi aplicado o método descrito no Manual da Embrapa¹¹, em que foram coletadas amostras simples do composto, em pontos específicos de cada leira separadamente especificamente no ponto denominado "meio" (M), mostrado na Figura 5, por ser um ponto localizado em uma zona centralizada do objeto de estudo. As amostras foram coletadas com auxílio de uma pá de plástico (dimensões: 17 x 8 cm), retirando-se a camada superficial e escavando-se na profundidade 0 a 20 cm para a realização da coleta do composto. Essas amostras foram armazenadas em sacos plásticos zipados tamanho M e encaminhadas ao laboratório.¹¹

As amostras foram coletadas nas duas leiras implantadas em datas diferentes, sendo uma delas no início do processo de maturação (Leira 1- viveiro) e leira que já atingiu a fase maturação, gerando o produto final, o adubo (Leira 2 – estrada). Duas amostras foram coletadas no final do mês de maio de 2019 e as outras duas amostras no final do mês de outubro de 2019, quando se deu o início e o término das coletas, respectivamente.

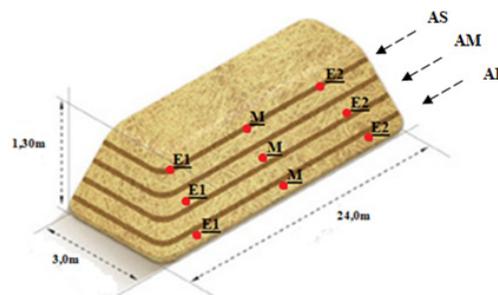


Figura 5. Esquema representativo de demarcação dos 9 pontos de aferição das temperaturas das leiras do pátio de compostagem sendo eles: E1 = Extremidade 1, M = Meio e E2 = Extremidade 2 e suas respectivas alturas, Alturas: AS = Altura Superior, AM = Altura Média e AI = Altura Inferior, além de suas dimensões (altura, largura e comprimento). Fonte: Adaptado pela autora

Coletaram-se 4 amostras para a realização das análises dos macronutrientes (nitrogênio, fósforo e potássio). Foram realizadas duas análises laboratoriais para cada amostra coletada nas leiras 1 e 2, totalizando 4 amostras ao final do estudo. Vale ressaltar que, de acordo com informações fornecidas pelos operadores do aterro, as leiras foram irrigadas e revolvidas de uma a duas vezes por mês.

Essas amostras foram encaminhadas ao Laboratório Solocria (Laboratório Agropecuário LTDA), sendo 1kg de cada amostra para cada uma das análises. Realizaram-se as análises dos macronutrientes Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Potássio (K) (NPK), utilizando-se as seguintes metodologias: Nitrogênio total: método ácido salicílico; fósforo total: extração com mistura nitroperclórica e determinação pelo método espectrofotométrico do ácido molibdovanadofosfórico e K_2O : método fotométrico. Essas metodologias foram utilizadas de acordo com o Manual de Métodos Analíticos Oficiais para Fertilizantes e Corretivos.¹⁷

Em seguida foram analisados os dados obtidos a partir das aferições das temperaturas e os resultados das amostras coletadas para análise físico química do composto. Por último executou-se o tratamento dos dados e foram comparadas as características do composto das leiras selecionadas, juntamente com as respectivas temperaturas analisadas ao longo dos meses de maio a outubro, para que a partir dos dados obtidos, fosse verificada e determinada a aplicabilidade do composto gerado, ou seja, do produto da compostagem, em viveiros, localizados dentro do aterro que cultivam mudas para serem encaminhadas para canteiros e praças do município de Goiânia - GO.

Tabela 1. Temperaturas internas da L1 e L2 e suas respectivas médias em cada ponto, sendo:

Temperaturas internas (°C)						
Leira 1 (02/2019)			Leira 2 (10/2018)			
A1 (14/05/2019)						
	E1	M	E2	E1	M	E2
AS	44,0	51,3	52,1	50,1	40,0	38,0
AM	41,0	48,3	46,4	37,0	34,0	37,7
AI	35,0	46,4	37,4	33,2	33,0	34,0
M1	40,0	48,7	45,3	40,1	35,7	36,6
A2 (28/05/2019)						
AS	58,7	56,7	43,8	56,7	56,6	49,0
AM	56,7	58	46,8	53,1	52,7	43,0
AI	43,8	46,8	47,7	39,6	45,0	35,7
M2	53,1	53,8	46,1	49,8	51,4	42,6
A3 (19/08/2019)						
AS	39,0	42,2	36,4	45,7	39,0	32,7
AM	35,3	35,3	32,8	39,2	40,5	35,7
AI	29,0	28,0	32,3	32,0	35,0	31,0
M3	34,4	35,2	33,8	39,0	38,2	33,1
A4 (23/09/2019)						
AS	34,8	40,9	42,4	41,2	34,3	35,3
AM	34,1	37,5	40,0	35,2	38,2	36,5
AI	33,8	35,4	34,8	37,4	34,9	34,5
M4	34,2	37,9	39,1	37,9	35,8	35,4
A5 (21/10/2019)						
AS	40,5	40,4	42,3	42,0	36,7	36,0
AM	33,1	37,4	41,5	36,7	41,7	36,3
AI	33,0	34,7	36,9	34,8	34,6	37,4
M5	35,5	37,5	40,2	37,8	37,7	36,6

Amostragens: A1 = Amostragem 1, A2 = Amostragem 2, A3 = Amostragem 3, A4 = Amostragem 4 e A5 = Amostragem 5. Pontos: E1 = Extremidade 1, M = Meio e E2 = Extremidade 2. Alturas: AS = Altura Superior, AM = Altura Média e AI = Altura Inferior

Resultados e Discussão

ANÁLISE DA EVOLUÇÃO DAS TEMPERATURAS INTERNAS

Os resultados do monitoramento das 5 campanhas de amostragem da temperatura para as leiras 1 e 2 são apresentados na Tabela 1.

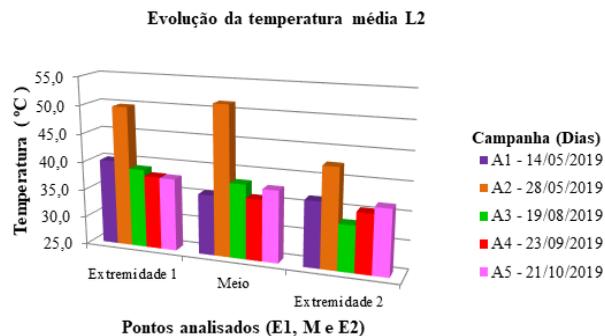


Figura 6. Evolução da temperatura média da L1 nos dias de amostragens, de acordo com os pontos estabelecidos: extremidade 1, meio e extremidade 2

Isso se deve ao fato de que a L1 foi implantada no pátio no mês fevereiro de 2019 e quando se iniciou as campanhas para aferições das temperaturas no mês de maio, essa leira já estava sofrendo ações dos microrganismos termófilos, atingindo seus níveis mais elevados de temperatura, em que são eliminados organismos patogênicos, larvas de insetos, entre outros. Os valores máximos de temperatura da fase termofílica do presente trabalho foram semelhantes aos obtidos por Novais.²⁰

Nas médias obtidas graficamente na Figura 6, observa-se que, a L1 na campanha A3, a temperatura sofreu um decréscimo considerável, atingindo sua temperatura mínima de 32°C (extremidade 2) caracterizando a presença de microrganismos mesófilos. Nessa mesma campanha A3, os valores da L1 referentes a Figura 6 se assemelham com os da L2 (Figura 7), oscilando entre 31 e 37 °C. Nas campanhas A4 e A5 as temperaturas sofreram alterações, oscilando entre 31 (extremidade 1) e 39°C (extremidade 2), havendo uma fase de resfriamento e diminuição das atividades microbiológicas. Oliveira et al.²¹ denominam

a fase seguinte como fase de maturação, que é o período de estabilização que produz um composto maturado, estabilizado e livre de toxicidade. Os resultados das médias das temperatura da L2 são demonstrados graficamente a seguir.

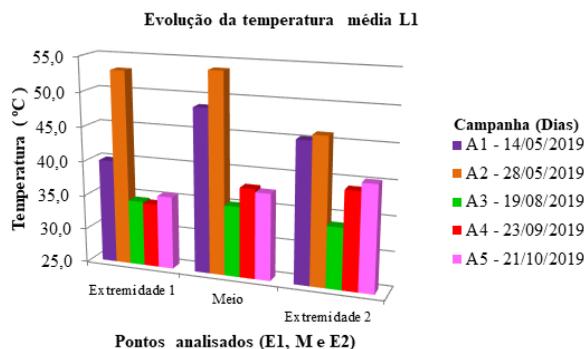


Figura 7. Evolução da temperatura média na L2, de acordo com pontos estabelecidos: extremidade 1, meio e extremidade 2

A L2 foi implantada em outubro de 2018 e, de acordo com o gráfico da figura 7 suas temperaturas oscilaram em torno de 35 (meio) à 39°C (extremidade 1), na campanha A1. Houve uma alteração acentuada na campanha A2, que atingiu temperatura máxima de 51°C (meio). Nas campanhas A3, A4 e A5, as temperatura não ultrapassaram 37°C (meio), conforme a Figura 7. Este fato se justifica nas baixas temperaturas de 80% das amostragens realizadas na L2. Isso se deve ao fato de que as aferições de temperaturas se iniciaram 7 meses após sua implantação, ou seja, a maioria das amostragens apresentaram características mesofílicas (temperaturas entre 20 e 43°C).

Recomenda-se o revolvimento dessa leira, pois esta diminuição da temperatura mostra que houve uma queda da atividade microbiana, consequentemente a diminuição do processo de aeração, fato justificado pela idade da leira. Pela própria definição, a compostagem é um processo aeróbio, o fornecimento de ar é vital à atividade microbiana, pois os microorganismos aeróbios, têm necessidade de O₂ para oxidar a matéria orgânica.⁴

O excesso de materiais com baixa relação C/N resulta no colapso da estrutura de uma leira de compostagem, resultando na interrupção do processo aeróbio e redução

das temperaturas, reflexos da diminuição da atividade microbiana. Os microorganismos necessitam de nutrientes para seu crescimento, principalmente o carbono, que é a principal fonte de energia.¹¹

As Figuras 6 e 7 mostram a distribuição desigual das temperaturas em pontos diferentes, na mesma campanha, A1, em ambas as leiras, que teria sido ocasionada pela ausência de eliminação das bactéria em alguns pontos. É importante considerar a temperatura tanto como consequência quanto determinante da atividade microbiana por constituir um forte fator seletivo sobre os microorganismos e influir no fluxo de ar e perda de umidade.¹⁰

DETERMIONAÇÃO DOS MACRONUTRIENTES: NITROGÊNIO, FÓSFORO E POTÁSSIO (NPK)

As análises laboratoriais de macronutrientes, dos compostos analisados, resultaram nos valores demonstrados na Tabela 2.

Tabela 2. Resultados laboratoriais das amostras de NPK coletadas no início (mês de maio), denominada coleta 1 e no final do estudo (mês de outubro), denominada coleta 2.

Resultados Laboratoriais Coleta 1 (29/05/2019)		
Macronutrientes	L1 - Viveiro (g/Kg)	L2 - Estrada (g/Kg)
N	16	14
P ₂ O	15	9,2
K ₂ O	5	4
Resultados Laboratoriais Coleta 2 (21/10/2018)		
Macronutrientes	L1- Viveiro (g/Kg)	L2 - Estrada (g/Kg)
N	22	15
P ₂ O	20	11
K ₂ O	6,5	4

Sendo N = Nitrogênio, P₂O = Fósforo e K₂O = Potássio

Os resultados da Tabela 2, mostram valores mais elevados de nitrogênio, tanto na coleta 1, quanto na coleta 2, em ambas as leiras. Esses valores podem ser comparados com Kiehl¹⁵, que cita em seus estudos, que os resíduos orgânicos a serem compostados têm, geralmente, maior

proporção de nitrogênio do que de fósforo e potássio, o que confirma os valores obtidos nessa pesquisa.

Este resultado indica que o composto gerado, oriundo da compostagem das leiras L1 e L2, além de constituir-se em importante fonte de matéria orgânica, contém também nutrientes essenciais para as plantas, os quais podem se tornar disponíveis para as mesmas quando adicionado ao solo.

APLICABILIDADE DO COMPOSTO GERADO

Diante desses dados, observa-se que a L1 obteve maior eficiência que a L2. O gráfico da L1 apresentou uma distribuição mais regular das temperaturas, se comparadas com os valores da L2 e comparando-se a quantidade de nutrientes que sofreram aumento, de uma amostragem para a outra, a L1 obteve resultados mais satisfatórios.

Este fator pode ser justificado também pela L2 estar no fim do processo de compostagem, como mostra a Figura 8, em que a L2 apresenta coloração mais escura.⁷ Outro fator que influenciou nas variações de temperaturas foi o clima. A distribuição pluviométrica apresenta padrão típico da região centro oeste do Brasil, precipitação média anual na ordem de 1.300 mm, concentrando-se principalmente nos meses de dezembro a março. Nos meses de junho e julho as precipitações são praticamente nulas. Nos meses relativos a coleta, especificamente no mês de maio a precipitação se caracterizou na ordem 27 mm e de agosto a outubro variou de 15 a 44 mm, caracterizando um período chuvoso e outro período de estiagem¹³

Segundo informações obtidas pelos operadores do pátio de compostagem, o revolvimento da leira foi realizado apenas uma vez ao mês, por meio de uma retroescavadeira visando garantir a aeração e o controle da temperatura no material. Isso se justifica pela própria aparência das leiras (Figura 8), em que as leiras apresentam escassez de umidade. Sugere-se o revolvimento das leiras com maior frequência e também que as mesmas sejam regadas uniformemente ao longo de sua extensão, além de uma

averiguação com relação às quantidades de cada traço inserido na leira.

O resíduo ruminal bovino possui características que leva a necessidade de misturá-lo a outro resíduo, para que sejam adquiridas condições ótimas para a compostagem.¹⁸ Para isso são utilizados os materiais chamados “estruturantes”, que de acordo com Inácio e Miller¹⁰ são materiais de alta relação C/N, como podas urbanas e as aparas de madeira.

Oliveira²¹ afirma em seu trabalho que é recomendável acrescentar materiais verdes, geralmente mais úmidos, como restos de vegetais crus, folhas verdes, restos de relva cortada e flores, para que aumente a umidade e oxigenação das leiras. Sendo assim, para o tipo de traço utilizado na decomposição das leiras do pátio de compostagem, sugere-se a adição de maior quantidade de resíduo ruminal bovino, que apresenta em sua composição características físicas químicas semelhantes ao recomendado pelo autor, podendo assim elevar a umidade das leiras, que apresentaram excesso de materiais estruturantes.



Figura 8. L1e L2, ao final do estudo e suas respectivas amostras coletadas

Este processo é importante na regeneração de terrenos empobrecidos pelo uso contínuo de agrotóxicos e adubos químicos²⁶. Diante dos resultados expostos a L1 mostrou mais eficiência que a L2. Isso se deve aos motivos supracitados, sendo o principal deles, o fato de as leiras apresentarem idades e fases diferentes de decomposição da matéria orgânica, além do fato de que as campanhas de amostragens tiveram início quando a L1 e L2, já haviam atingido. O composto gerado, obteve aumentos consideráveis na disponibilidade de nutrientes, por mais que estes se mostrassem mais disponíveis na L1 que na L2.

Comparando-se o adubo gerado na L1 e L2, apesar de apresentar características físico químicas diferentes, de maneira geral, os resíduos denominados traços, que foram inseridos nas leiras tiveram grande importância no equilíbrio do processo, pois uma quantidade considerável de nutrientes estará retornando para o solo na forma mineral e orgânica, proporcionando melhorias químicas, físicas e biológicas. É válido salientar que maior eficiência do composto orgânico é obtida quando ele é utilizado imediatamente após o término do processo de compostagem.

Conclusões

Alguns fatores como, a idade das leiras e o início da amostragem não coincidir com o início do processo de compostagem de cada uma delas, justificam-se no fato de a L1 ser mais eficiente que a L2. Apesar das leiras analisadas apresentarem alguns problemas, como falta de maquinário, recursos e mão de obra que influenciaram diretamente na qualidade do composto gerado, os resultados obtidos, mostraram que a técnica de compostagem em formato de leiras pode ser considerada um processo satisfatório.

Essa técnica aplicada no pátio de compostagem do aterro sanitário de Goiânia se mostrou eficiente, por gerar compostos com disponibilidade de nutrientes para ser aplicados nas praças e canteiros da cidade, além de reduzir a quantidade de materiais que vão para o aterro, aumentando sua vida útil. O aperfeiçoamento das medidas operacionais de controle das leiras proporcionará o aumento da disponibilidade dos nutrientes, gerando um composto mais rico e fértil.

A técnica de compostagem é de extrema importância, pois promove a reciclagem dos resíduos que seriam perdidos, diminuindo elevados consumos de fertilizantes químicos e recuperando elementos importantes presentes nos resíduos orgânicos. Além disso, promove melhores condições de saúde pública e o controle da poluição.

Referências

1. Associação Brasileira De Normas Técnicas. NBR 8419: Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos; Rio de Janeiro, **1987**.
2. BRASIL. Lei N. 12.305, de 2 de agosto de **2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei 9.605, de 12 de fevereiro de **1998**; e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/1010/lei/112305.htm>.
3. BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Plano de gestão de resíduos sólidos: Versão pós-audiências e consulta pública para conselhos nacionais. Brasília, **2012**.
4. CARVALHO, C.R.B. Compostagem de resíduos verdes e orgânicos alimentares. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Instituto Alberto Luiz Coimbra de pós-graduação e pesquisa de engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, **2015**.
5. COSTA, A. R.; XIMENES, T. C. F.; XIMENES, A. X.; BELTRAME, L. T. C. O processo da compostagem e seu potencial na reciclagem de resíduos orgânicos. **2015**. Pernambuco, Recife, v.1, n. 2p. 246-260, **2015**.
6. COSTA, M. S. S. M.; COSTA, L. A. M; DECARLI, L.; PELÁ, A.; SILVA, C. J.; MATTER, U. F.; OLIBONE, D. Compostagem de resíduos sólidos de frigorífico. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, PB, v.13, n.1, p.100-107, **2008**.
7. FUNDAÇÃO JORGE DUPRAT FIGUEREDO DE SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO – FUNDACENTRO. Compostagem doméstica de lixo. São Paulo: Universidade Estadual Paulista – UNESP, Botucatu, 40 p., **2002**.
8. GOIÂNIA. PMGIRS Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Município de Goiânia. Goiânia. Agência Municipal do Meio Ambiente – AMMA. **2016**.
9. GOMES, L. P.; KOHL, C. A.; SOUZA, C.L.L.; REMPEL, N.; MIRANDA, L. A. S. N.; MORAES, C. A. M. Avaliação ambiental de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos precedidos ou não por unidades de compostagem. Eng. Sanit. Ambient. [online], v.20, n.3, p.449-462, **2015**.

10. INÁCIO, C. de T.; MILLER, P.R.M. Compostagem: ciência e prática para gestão de resíduos orgânicos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 156 p., **2009**.
11. INÁCIO, C. de T.; MILLER, P.R.M. Manual de métodos analíticos para fertilizantes e corretivos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 230 p., **2017**.
12. IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico. Rio de Janeiro, **2010**. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br>>.
13. Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), **2019**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/>>.
14. Instituto Brasileiro De Geografia e Estatística (IBGE). Pesquisa nacional de saneamento básico. Rio de Janeiro, **2018**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisas/pnsb/tabelas>>.
15. KIEHL, E.J. Fertilizantes Orgânicos. Ed.Ceres, São Paulo, 458p, **1985**.
16. KIEHL, E. J. Manual de Compostagem: Maturação e Qualidade do Composto. Piracicaba: PROSAB, 91p, **2012**.
17. LIMA, S. F.; DAYANI, F. S.; MARIA, C. E. L. Tratamento do resíduo ruminal bovino por processo de compostagem convencional. Colloquium Exactarum. ISSN: 2178-8332, 10(4), 70-76, **2019**. Recuperado de <<http://journal.unoeste.br/index.php/ce/article/view/2762>>.
18. MOREIRA, M. F.; SANTOS, P. R.; RIZK, M.C. 2014. Produção de adubo orgânico empregando diferentes concentrações de resíduos de rúmen bovino/cascas de café. Engenharia Ambiental (ONLINE), v. 11, p. 113 – 123, **2014**.
19. MALHEIROS, S. M. P. Avaliação do processo de compostagem utilizando resíduos agroindustriais. Dissertação para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola da Unicamp, 232p, **1996**.
20. NOVAIS, Tiago Faria. Execução de um pátio de compostagem em solocimento : Análises de suas propriedades e influência no Processo de compostagem. Dissertação (Engenharia Civil) - Pós Graduação, Viçosa, MG, 94p, **2011**.
21. OLIVEIRA, E. A.; SARTORI, R. H.; GARCEZ, T. B. Compostagem, São Paulo, Brasil. Acesso em 9 de jun de 2019, **2008**.
22. PAIVA, E. C.; MATOS, A. T.; AZEVEDO, M. A.; BARROS, R. T. P.; COSTA, T. D. R. Avaliação de leiras estáticas aeradas na compostagem de carcaças de frango. Engenharia na agricultura. Viçosa, MG, v.32, n.5, p. 961- 970, **2012**.
23. PEIXOTO, R.T G. Compostagem: princípios, práticas e perspectivas em sistemas orgânicos de produção. In: Curso internacional sobre manejo da agricultura orgânica para a sustentabilidade, 1., Jaguariúna, SP. Anais. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 18p, **2003**.
24. REIS, M.F.P. Avaliação do Processo de Compostagem de Resíduos Sólidos Urbanos. Tese, Doutorado em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 293 p, **2005**.
25. SALVARO, E; BALDIN, S.; COSTA, M. M.; LORENZI, E. S.; VIANA, E.; PEREIRA, E. B. Avaliação de Cinco Tipos de Minicomposteiras para Domicílios do Bairro Pinheiro da Cidade Criciúma/SC. Com Scientia, Curitiba, v. 3, n. 3, p. 12-21, **2007**.
26. VERAS, L. R. V.; POVINELLI, J. A vermicompostagem do lodo de lagoas de tratamento de efluentes industriais consorciada com composto de lixo urbano. Revista Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro, v. 9, n. 3, **2004**.
27. VILLA, F. L; PINTO, L. A. S.. Alternativas de compostagem para reciclagem de resíduos orgânicos. Nutrição em Pauta, São Paulo, v.17, n. 95, p.51-55, **2009**.

Amanda R. S. Silva, Sandro M. Pimenta & Tiago G. Ribeiro*

Instituto Federal de Goiás – IFG, Câmpus Aparecida de Goiânia, Avenida Universitária Vereador Wagner da Silva Ferreira (antiga Rua Mucuri), Qd 1, Lt 1-A, Parque Itatiaia, CEP: 74968-755, Aparecida de Goiânia, Goiás, Brasil.

*E-mail: tiago.ribeiro@ifg.edu.br