

MARCELO DE ARAÚJO MOTA

**ANÁLISE COMPARATIVA DOS TEORES DE MATÉRIA ORGÂNICA EM
DIFERENTES COMPOSTOS PRODUZIDOS A PARTIR DE RESÍDUOS
ORGÂNICOS**

Ji-Paraná – Rondônia
Junho de 2022

MARCELO DE ARAÚJO MOTA

**ANÁLISE COMPARATIVA DOS TEORES DE MATÉRIA ORGÂNICA EM
DIFERENTES COMPOSTOS PRODUZIDOS A PARTIR DE RESÍDUOS
ORGÂNICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro
Universitário São Lucas Ji-Paraná como requisito parcial
para obtenção de grau de engenheiro agrônomo.
Orientadora Prof^a. Msc. Andréia do Rosário Batista.

Ji-Paraná – Rondônia
Junho de 2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação - CIP

M917a Mota, Marcelo de Araújo.

Análise comparativa dos teores de matéria orgânica em diferentes compostos produzidos a partir de resíduos orgânicos. / Marcelo de Araújo Mota. – Ji-Paraná, 2022.
35 p. ; il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Agronomia) – Centro Universitário São Lucas Ji-Paraná, 2022.

Orientadora: Prof^a. Msc. Andréia do Rosário Batista

1. Saúde humana. 2. Poluição. 3. Proteção do meio ambiente. 4. Resíduos orgânicos. 5. Composto. I. Batista, Andréia do Rosário. II. Título.

CDU 628.4.042

Ficha Catalográfica Elaborada pelo Bibliotecário Giordani Nunes da Silva CRB 11/1125

MARCELO DE ARAUJO MOTA

ANÁLISE COMPARATIVA DOS TEORES DE MATÉRIA ORGÂNICA EM
DIFERENTES COMPOSTOS PRODUZIDOS A PARTIR DE RESÍDUOS
ORGÂNICOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro
Universitário São Lucas Ji-Paraná como requisito parcial
para obtenção de grau de engenheiro agrônomo.
Orientadora Prof^a. Msc. Andréia do Rosário Batista.

Ji-Paraná, ____ de _____ de 2022.

Avaliação/Nota: _____

BANCA EXAMINADORA

Resultado: _____

Orientadora

Prof.^a Msc. Andréia do Rosário Batista

Centro Universitário São Lucas de Ji-Paraná.

Membro da Banca

Prof^o . Dr. Cristiano Costenaro Ferreira

Centro Universitário São Lucas de Ji-Paraná.

Membro da Banca

Prof^o . Msc. Alison Nunes da Silva

Centro Universitário São Lucas de Ji-Paraná.

RESUMO

A compostagem de resíduos e subprodutos de natureza orgânica localmente disponíveis é uma alternativa para atender à crescente demanda por fertilizantes e substratos orgânicos. A utilização de resíduos das agroindústrias de Castanha e Açaí, são materiais de oferta abundante no município de Humaitá-AM. Com isso a utilização desses materiais para a formação das compostagens é uma alternativa ao proporcionar um destino útil para os resíduos orgânicos, evitando sua acumulação em lixões, que de forma inadequada a disposição final desses resíduos sólidos, que se caracteriza pela simples descarga sobre o solo, sem medidas de proteção ao meio ambiente. É o mesmo que seria descarregado a céu aberto ou vazadouro. Esses locais acarretam problemas à saúde humana, como a proliferação de vetores de doenças (moscas, mosquitos, baratas, ratos, etc.), geração de maus odores e poluição do solo e das águas subterrânea e superficial. O processo de compostagem permite dar um destino aos resíduos de agroindústrias, desperdícios alimentares.

Palavras chave: saúde humana, poluição, proteção do meio ambiente.

ABSTRACT

The composting of locally available organic waste and by-products is an alternative to meet the growing demand for fertilizers and organic substrates. The use of residues from the agro-industries of Castanha and Açaí, are materials of abundant supply in the municipality of Humaitá-AM. With this, the use of these materials for the formation of composts is an alternative to provide a useful destination for organic waste, avoiding its accumulation in dumps, which inappropriately the final disposal of this solid waste, which is characterized by the simple discharge on the ground, without environmental protection measures. It is the same as would be unloaded in the open or dump. These places cause problems to human health, such as the proliferation of disease vectors (flies, mosquitoes, cockroaches, rats, etc.), generation of bad odors and pollution of soil and groundwater and surface water. The composting process makes it possible to dispose of agro-industrial residues, food waste.

Keywords: human health, pollution, environmental protection.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	10
2.	OBJETIVOS.....	12
2.1	OBJETIVOS GERAL.....	12
2.2	OBJETIVO ESPECÍFICO.....	12
3.	REVISÃO DE LITERATURA	13
3.1	FUNDAMENTOS DA COMPOSTAGEM.....	13
3.2	RELAÇÃO C/N.....	14
3.3	TEMPERATURA.....	14
3.4	NÍVEL DE OXIGÊNIO.....	16
3.5	UMIDADE	17
3.6	pH	18
4.	METODOLOGIA.....	19
4.1	MATÉRIA ORGÂNICA	20
4.1.1	Princípio do Método	20
4.1.2	Oxidação do Carbono Orgânico	21
4.1.3	Titulação do Excesso de dicromato com sulfato ferroso	21
4.1.4.	Calculo do teor de carbono orgânico (g/Kg)	21
4.1.5	Teor de matéria orgânica do solo (g/kg).....	21
4.1.6	Preparação dos reagentes utilizados	21
4.2	Análise estatística descritiva.....	22
5.	RESULTADO E DISCUSSÕES	23
6.	CONCLUSÃO.....	30
7.	REFERÊNCIAS	31

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Curva ideal para o processo de compostagem.	16
Figura 2: Localização da área de estudo.....	19
Figura 3: Evolução da curva temperatura durante o processo de compostagem, que se adequaram ao proposto por Kiehl 2012.....	24
Figura 4: Produção de matéria orgânica obtidas através de análise química a partir de compostagem de resíduos orgânicos e agroindustriais no município de Humaitá-Am. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Tratamentos e composições das pilhas de compostagem a serem produzidas com resíduos orgânicos e agroindustriais no município de Humaitá – Am.....	20
Tabela 2: Temperatura coletada durante o período de 120 dias dos processos de compostagem e temperatura ambiente média semanais dos meses de Outubro de 2016 a Janeiro de 2017 no Município de Humaitá – Am.....	23
Tabela 3: Resultado da análise química dos teores médios de Matéria orgânica e Carbono orgânico obtidos através de amostras, a partir de compostagem produzidas com resíduos orgânicos e agroindustriais no município de Humaitá – Am.	26

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, mais de 73% das aproximadamente 216.629 toneladas de resíduos gerados diariamente por nossa população urbana são coletados, dos quais mais de 85% são despejados em aterros a céu aberto; 2% é incinerado e reciclado; 2% é liberado nos manguezais, os aterros sanitários controlados receberam apenas 11%. A matéria orgânica é o maior componente dos resíduos sólidos urbanos, representando em média 50-60%, podendo ser convertido em composto orgânico e devolvido ao ciclo ecológico como composto húmus para remediação de solos agrícolas (ABRELPE, 2019).

O Amazonas é maior produtor de castanha-do-pará do país. O estado foi responsável por 11.707 toneladas em 2020, o que equivale a 35,3% do total produzido no país (IBGE, 2020). A cada tonelada de castanha do Brasil, tem-se 1,4 toneladas de resíduos (BOUVIE et. al. 2016; DIAS et al 2012).

Em relação ao açaí, o maior produtor do país é o Pará. O estado produziu 149.671 toneladas. Já o Amazonas aparece em segundo lugar na produção do fruto, com 43.733 toneladas produzidas (IBGE, 2020). Cerca de 80% do açaí processado acaba como resíduo, ainda sem aproveitamento econômico adequado, e jogado em rios e aterros sanitários sem nenhum tratamento (FARINAS; SANTOS; BERTUCCI NETO e PESSOA, 2009).

O processamento da madeira é uma atividade que gera consideráveis quantidades de resíduos. Estima-se que cerca de 35,5 toneladas de resíduos de madeira tenham sido obtidas com atividades das indústrias madeireiras no ano de 2016 (PNRS, 2020).

A gestão inadequada de resíduos é um dos maiores problemas que as cidades enfrentam. A quantidade de resíduos mal direcionados aumentou, com quase 30 milhões de toneladas de resíduos sendo depositados em aterros ou aterros controlados que não possuem os sistemas e medidas necessárias para proteger o meio ambiente de danos e degradação. A prática de disposição final inadequada de resíduos sólidos urbanos continua em todas as regiões e estados do Brasil, com 3.326 municípios ainda utilizando esses locais inadequados (ABRELPE, 2015).

Os resíduos sólidos tornaram-se uma das questões centrais do planejamento urbano e da gestão pública em quase todas as grandes cidades do mundo. De acordo com o Instituto de Economia Aplicada, o Brasil gera cerca de 160.000 toneladas de resíduos sólidos urbanos todos os dias, sendo 30% a 40% reaproveitados e reciclados. Como o setor ainda é pouco explorado no país, apenas 13% dos resíduos são encaminhados para reciclagem (IPEA, 2017).

De fato, a tecnologia de compostagem pode ser utilizada como um processo bioenergético que converte a matéria orgânica existente em resíduos biodegradáveis, e esta

solução proposta nas diretrizes pode minimizar a colocação de resíduos em aterros, coordenando assim sua proteção. Aumentar o valor desses materiais convertendo-os em fertilizantes orgânicos (BARRENA et al., 2014). Portanto, o objetivo proposto deste trabalho é formar compostos a partir de restos de complexos agroindustriais e resíduos de alimentos e analisar quanto ao teor de matéria orgânica.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Análise comparativa dos teores de matéria orgânica em diferentes compostos produzidos a partir de resíduos orgânicos.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Investigar os teores de matéria orgânica em diferentes compostos produzidos;
- b) Elaborar curva de temperatura durante o processo de compostagem;
- c) Apresentar alternativa de uso dos resíduos alimentares produzidos no Instituto de Educação Agricultura e Ambiente – IEAA.

3. REVISÃO DE LITERATURA

Dos 59,5% das 43,3 milhões de toneladas dos resíduos sólidos coletados foram destinados a aterros, um leve aumento em relação ao cenário do ano anterior. O restante (40,5%) foi descartado em locais inadequados por 3.001 municípios. Em outras palavras, 29,5 milhões de toneladas de resíduos sólidos acabaram em aterros ou aterros controlados sem os sistemas e medidas necessárias para proteger a saúde humana e o meio ambiente da deterioração e deterioração (ABRELPE, 2019).

A região Norte possui a menor densidade populacional do Brasil, produzindo 16.073 toneladas de resíduos sólidos por dia em 2018, dos quais 81,31% foram coletados. Do total coletado em 450 municípios da região, mais de 4.000 toneladas por dia vão para aterro: 35%, o maior de qualquer região (ABRELPE, 2019).

O Brasil tem uma alta proporção de matéria orgânica, sendo que a maior parte do desperdício de alimentos resultante dos maus hábitos das pessoas de servir alimentos excesso em casa, restaurantes e cantinas (VITORINO et al., 2001).

Produtos desperdiçados quando não danificados (ou seja, ainda utilizáveis) são descartados devido à sua aparência desagradável, pois são considerados feios, deformados ou abaixo do padrão. Os principais fatores associados a essas perdas dentro dos domicílios são: comprar grandes quantidades de alimentos sem planejar as refeições que os utilizam, armazenar incorretamente, cozinhar mais alimentos do que comem e colocar mais alimentos no prato do que o normal (FREIRE JUNIOR & SOARES, 2017).

A questão dos resíduos sólidos é amplamente discutida no âmbito ambiental. Recentemente, observou-se que os principais motivos para a grande quantidade de resíduos são o crescimento contínuo e errático da população, aliado ao estilo de vida consumista da sociedade moderna, como a falta de investimento em políticas de coleta e triagem, destino final dos os resíduos, etc. Todos esses fatores contribuem para o acúmulo de resíduos como um grande problema social e ambiental (GOUVEIA, 2012).

A compostagem é um processo biológico e aeróbico no qual as matérias primas orgânicas são convertidas em húmus estável com propriedades diferentes dos materiais dos quais foram obtidas. Geralmente, isso envolve o uso de matérias primas com relação carbono e nitrogênio equilibrados, o que auxilia o metabolismo do organismo e, assim, facilita a digestão biológica (PAULA et al., 2010).

Nesse sentido, o composto orgânico é o produto da decomposição de resíduos vegetais e animais, destinados a converter esses resíduos em produtos adequados para o melhoramento do solo e adubação das culturas.

O composto orgânico é definido como material obtido por compostagem. É de cor escura, rica em húmus, contém de 50% a 70% de matéria orgânica e é classificada como fertilizante orgânico por ser feita a partir de esterco animal e/ou resíduos vegetais que não têm valor em seu estado natural (OLIVEIRA et al. 2004).

3.1 FUNDAMENTOS DA COMPOSTAGEM

A compostagem é caracterizada por seu baixo preço e seu principal objetivo é converter resíduos orgânicos em fertilizantes orgânicos ricos em micro e macro, como nitrogênio, fósforo e potássio. Esse composto pode ser utilizado em hortas comunitárias, hortas urbanas e agricultura caseira, reduzindo o uso de fertilizantes químicos (FAN et al., 2017; UNEP, 2017; RUPANI et al., 2018).

A compostagem é um termo usado para definir a decomposição microbiana da matéria orgânica por vários microrganismos em um ambiente aeróbico onde os resíduos orgânicos são processados e estabilizados para produzir composto orgânico. Este produz húmus que pode ser facilmente utilizado no campo agrícola (DUTRA et al., 2013).

O processo de compostagem requer não apenas planejamento (seleção de matérias-primas e misturas), mas também controle adequado dos parâmetros de controle. Os principais parâmetros são: temperatura, pH, umidade, concentração de oxigênio e porosidade. Durante o processo de compostagem, o material é aquecido devido à atividade de decomposição dos microrganismos. Por se tratar basicamente de um processo termofílico e mesofílico, é preciso ter alguns cuidados; manter as temperaturas entre o máximo e o mínimo para que não afetem os microrganismos em decomposição. Além disso, manter a umidade dentro da faixa adequada é necessário para a eficácia dos microrganismos. A umidade muito alta ou baixa pode reduzir a produtividade da compostagem. O monitoramento adequado da umidade e temperatura do processo é fator decisivo na qualidade do produto final, bem como das matérias-primas utilizadas no início do processo (LÓPEZ et al., 2014).

3.2 RELAÇÃO C/N

A relação C/N depende dos microrganismos e do seu crescimento. Durante este processo, 2/3 do carbono é liberado na atmosfera como CO₂ e 1/3 é combinado com nitrogênio durante as reações celulares. A relação C/N afeta diretamente o tempo de maturação do

composto. Um valor C/N do composto entre 30 e 40 é considerado ideal, e valores acima de 50 são considerados inadequados. Normalmente, os microrganismos utilizam de 25 a 30 partes de carbono para 1 parte de nitrogênio (EMBRAPA, 2009).

Durante a compostagem, o carbono é considerado uma fonte de energia para microrganismos heterotróficos que degradam o material, enquanto o nitrogênio é um elemento essencial para a síntese de proteínas e posterior crescimento da colônia. Na proporção ideal de 30/1, os micróbios absorvem carbono para dois propósitos: 10 partes de carbono assimilado são fixadas, convertidas da forma mineral em orgânica e incorporadas ao protoplasma, e 20 partes são removidas como dióxido de carbono. Por outro lado, durante esse processo, ocorre a mineralização do nitrogênio, aumentando o valor nutricional do composto final para uso no solo (SHARMA et al., 1997; KIEHL, 2004; KIEHL, 1985).

A relação C/N é um parâmetro confiável para controlar o composto acabado, mas para confirmar a entrada nos estágios finais de decomposição, recomenda-se verificar dois ou mais parâmetros para maior certeza (KIEHL, 2004).

3.3 TEMPERATURA

A compostagem é um processo exotérmico de decomposição de resíduos orgânicos, liberando calor devido à atividade microbiana. Portanto, a temperatura é importante para a velocidade do processo de biodegradação do material e a eliminação de patógenos que possam estar presentes. Notavelmente, a eliminação de algumas espécies requer altas temperaturas (50 e 75°C) e tempo de espera suficiente no início do processo (VALENTE et al., 2009; KIEHL, 1985; KIEHL, 1985; COSTA et al., 2009).

Mudanças de temperatura durante a compostagem. Existem quatro etapas principais (Figura 1): aquecimento mesofílico, termofílico, mesofílico e resfriamento e maturação (BRASIL, 2017).

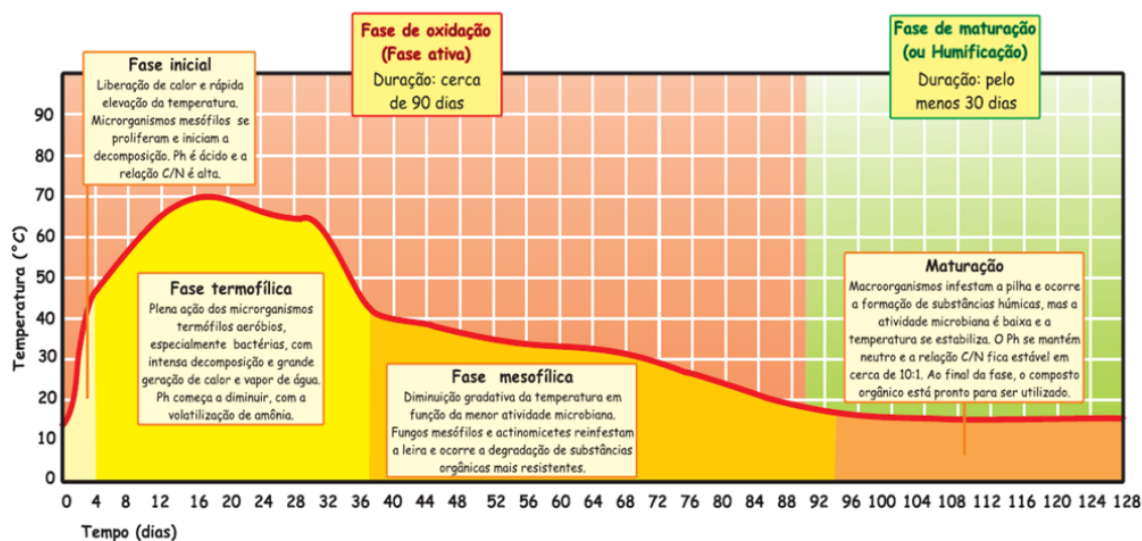


Figura 1: Curva ideal para o processo de compostagem.

Fonte: BRASIL, 2017.

A faixa de temperatura determina a dominância de certos grupos de microbiota: hipotérmicos (temperatura ambiente 25°C), mesofílicos (cerca de 30-45°C) e termofílicos (acima de 50°C). Vale ressaltar também que a atividade dos microrganismos diminui quando a temperatura é mantida acima de 70°C por muito tempo. Valores em torno de 80°C retardam o processo e aumentam o risco de combustão espontânea do composto (KIEHL, 1985; KIEHL, 2004).

A fase inicial, chamada de fase mesofílica (aquecimento), dura vários dias e ajuda a criar as condições necessárias para o processo. Durante a manutenção, a temperatura é moderada, de 30 a 45°C. No início do processo, o crescimento de colônias microbianas mesófilas ocorre à custa de componentes de matéria orgânica solúveis e de rápida decomposição e proporciona temperaturas progressivamente mais altas. À medida que a temperatura aumenta, a competitividade dos microrganismos mesófilos enfraquece, abrindo espaço para a proliferação de microrganismos termofílicos, entrando assim no estágio termofílico (VALENTE et al., 2009).

O segundo estágio de temperatura exibido pelo composto é o estágio termofílico. É nessa fase que o material atinge sua temperatura máxima, geralmente acima de 55°C. Neste ponto, ocorre a decomposição máxima dos compostos orgânicos e é considerado o estágio ativo de degradação. Forma água metabolizada e retém calor e vapor de água. A duração desta fase depende das propriedades do material composto (PEREIRA NETO, 2007).

Somente com a forte decomposição dos substratos orgânicos a temperatura diminui novamente (fase mesofílica do resfriamento), e a flora termofílica tende a ser inativada, levando

a um declínio acentuado da atividade biológica e à instalação de microrganismos mesófilos. Durante esta fase, a matéria orgânica mais estável é decomposta e a perda de água é a mais severa. Nesse momento, também se inicia o processo de humificação e maturação da matéria orgânica (ANDREOLI et al., 2001).

Por fim, a maturação é o estágio final de decomposição do material no processo de compostagem. Neste momento, a demanda de oxigênio é baixa, a temperatura está próxima da temperatura ambiente e a matéria orgânica é mineralizada. A atividade microbiana é reduzida. A taxa de decomposição é muito lenta e o composto já possui as propriedades físico-químicas e biológicas necessárias para aplicação no solo, podendo ser chamado de “maturação” para liberação de nutrientes (KIEHL, 2004; MASSUKADO, 2008; INÁCIO et al., 2009).

3.4 NÍVEL DE OXIGÊNIO

A compostagem é um processo biológico, aeróbico e controlado. Como tal, conta com o oxigênio do ambiente, permitindo que o seu desenvolvimento corresponda às expectativas iniciais. Se o oxigênio estiver presente e a umidade for mantida em um nível adequado, as mudanças de temperatura serão claramente refletidas nas fases termofílica e mesofílica de todo o processo (VIDOTTI et al., 2011; LÓPES et al., 2014).

O material composto pode ser oxigenado de duas maneiras diferentes: de forma mecanicamente, usando uma máquina como um trator, ou simplesmente girando-o manualmente, geralmente com uma pá, para atender a demanda de oxigênio durante a atividade microbiana. A aeração precisa ser controlada como fator de regulação da temperatura (PEREIRA NETO, 2010).

Embora o processo seja aeróbico por definição, ele não ocorre em massa comum. A produção de microsítios e até mesmo zonas anaeróbicas internas ($<10\% O_2$) é normal devido ao alto consumo de O_2 pelo metabolismo microbiano (INÁCIO; MILLER, 2009).

3.5 UMIDADE

Durante a compostagem, a presença de água é importante porque os organismos no meio precisam dela para funcionar e sobreviver porque o meio precisa de água e ar. Portanto, é necessário conhecer os diferentes limites máximos e mínimos (KIEHL, 1985).

A umidade é um importante fator de controle porque a água facilita o transporte de nutrientes dissolvidos necessários para o metabolismo microbiano e a atividade fisiológica. O teor de umidade ótimo varia muito dependendo da condição do material a ser compostado, do

tamanho da partícula e do estágio de decomposição em que a tira já se encontra. Mesmo assim, assume-se que o valor esteja entre 40 e 70%.

Ao fazer a compostagem, evite alta umidade. Muita umidade pode fazer com que os poros da matriz sólida se encham de água livre. Os orgânicos decompostos são hidrofílicos e aderem à superfície das moléculas de água, saturando seus microporos e macroporos, impedindo a difusão de oxigênio e proporcionando condições anaeróbicas. Esse fenômeno pode ser sentido pela exalação de odores característicos, como o sulfeto de hidrogênio (H₂S). Além disso, o material em decomposição exala um líquido preto fétido chamado "chorume", que indica que os nutrientes estão sendo lixiviados do composto. Em alta umidade, é necessário soprar ar ou adicionar material seco (BARREIRA, 2005; VALENTE et al., 2009).

No entanto, níveis de umidade abaixo de 40% também devem ser evitados, pois reduz a atividade biológica e retarda o desenvolvimento do processo. Em condições de baixa umidade, é necessário regar as tiras, preferencialmente em turnos, para distribuir a umidade uniformemente (VALENTE et al., 2009; MASSUKADO, 2008).

3.6 pH

O pH (potencial de hidrogênio) pode ser um determinante indicando a estabilidade biológica do composto durante este processo. No início da compostagem, o pH pode ser elevado devido à alta temperatura ambiente e à liberação de ácidos orgânicos. Durante as primeiras horas do processo, o pH geralmente cai para cerca de 5,0, depois aumenta novamente à medida que o processo avança até finalmente estabilizar entre 7 e 8. O controle do pH do composto é importante, pois valores baixos indicam falta de maturidade devido à curta duração do processo (OLIVEIRA et al. 2008).

O pH do composto durante a maturidade pode variar de 4,5 a 9,5. Os micróbios do ambiente são responsáveis por regular os valores máximos e mínimos do composto (PEREIRA NETO, 2010).

No produto final, o pH geralmente está na faixa de 6,5 a 9,6, dependendo do material do composto; no entanto, é importante ressaltar que o pH médio da mistura deve estar entre 5,0 e 7,0. Além disso, a matéria orgânica contribui para o fortalecimento e desenvolvimento das plantas. Além da importância da estabilização do pH, o uso da matéria orgânica fornece nutrientes essenciais para o bom desenvolvimento das plantas e também auxilia na correção da acidez do solo, estabilizando o pH próximo ao neutro (EMBRAPA, 2009; PRIMO et al., 2013).

4. METODOLOGIA

O trabalho foi realizado na Universidade Federal do Amazonas, no Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente na cidade de Humaitá (Figura 2). Os resíduos utilizados foram coletados, classificados e divididos em SERRAGEM (SE) oriundo de marcenarias e madeireiras, ESTERCO BOVINO (EB) de fazendas próximas, CAROÇOS DE AÇAÍ (CA) gerados a partir do processamento e beneficiamento da fruta por agroindústrias, CASCA DE CASTANHA (CC) proveniente da indústria de beneficiamento, RESÍDUOS ORGÂNICOS (RO) desperdícios alimentares vindos do restaurante universitário da Universidade Federal do Amazonas campus de Humaitá. Todos os resíduos foram incorporados as pilhas de compostagem de forma natural (inteiros), exceto os caroços de açaí, e casca de castanha que foram triturados.

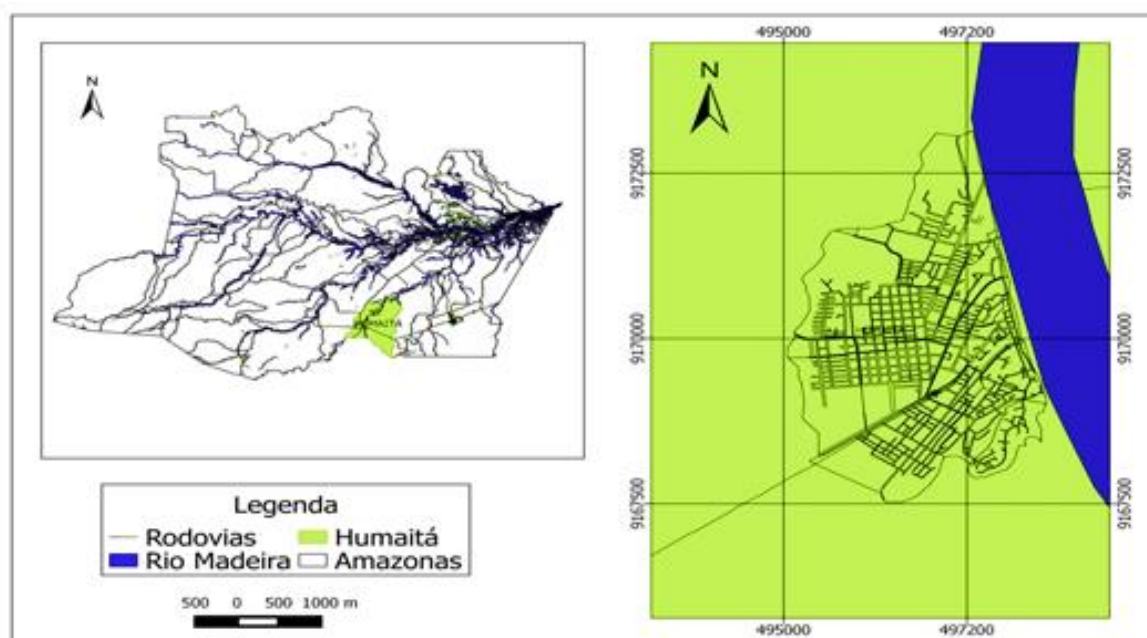


Figura 2: Localização da área de estudo.

O experimento foi instalado no dia 01 de outubro de 2016 e perdurou por 120 dias, foram feitas 9 pilhas de compostagem nas dimensões de 1.0m (L) X 1.0m (C) X 0,50m (A), sendo que cada uma delas teve 3 repetições. Os tratamentos e as composições das pilhas de compostagem são descritos na (tabela 1).

Tabela 1: Tratamentos e composições das pilhas de compostagem a serem produzidas com resíduos orgânicos e agroindustriais no município de Humaitá – Am.

Tratamentos	Composições (% do volume total)
CA75	75% de (CA) + 10% de (SE) + 15% de (EB)
CA50	50% de (CA) + 25% de (SE) + 25% de (EB)
CA30	30% de (CA) + 35% de (SE) + 35% de (EB)
CC75	75% de (CC) + 10% de (SE) + 15% de (EB)
CC50	50% de (CC) + 25% de (SE) + 25% de (EB)
CC30	30% de (CC) + 35% de (SE) + 35% de (EB)
RO75	75% de (RO) + 10% de (SE) + 15% de (EB)
RO50	50% de (RO) + 25% de (SE) + 25% de (EB)
RO30	30% de (RO) + 35% de (SE) + 35% de (EB)

RO75: 75% de Resíduo orgânico, **RO50:** 50% de Resíduo orgânico, **RO30:** 30% de Resíduo orgânico, **CC75:** 75% de Casca de castanha, **CC50:** 50% de Casca de castanha, **CC30:** 30% de Casca de castanha, **CA75:** 75% de Carvão de açaí, **CA50:** 50% de Carvão de açaí, **CA30:** 30% de Carvão de açaí.

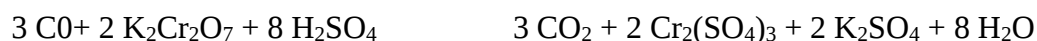
O revolvimento das pilhas ocorreu a cada 7 dias mantendo-se a umidade em teores adequados entre 50 e 60% segundo (KIEHL, 2004, JAHNEL et al. 1999). foram coletados dados de temperaturas a cada três dias com termômetro de haste longa, a uma profundidade de 0,30m em três diferentes posições na leira (KIEHL, 2004).

4.1 MATÉRIA ORGÂNICA

A determinação do carbono orgânico foi realizada no laboratório de Fertilidade e Nutrição da Universidade de Federal do Amazonas (UFAM), utilizando três repetições. As análises foram realizadas de acordo com protocolo estabelecido por Embrapa (1997) e Nelson & Sommers (1996), apresentados a seguir:

4.1.1 Princípio do Método

O carbono orgânico do solo é oxidado pelo dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$) em meio sulfúrico formando gás carbônico e água, conforme a reação:



O dicromato de potássio que não é utilizado na oxidação do carbono orgânico é titulado com sulfato ferroso, segundo a reação:



4.1.2 Oxidação do Carbono Orgânico

Colocar em Erlenmeyer de 250 mL 0,5g de amostra da compostagem que tenha passado em peneira de 0,5 mm (80 mesh). Adicionar exatamente 10 mL da solução de dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$) 0,2 mol/L utilizando pipeta volumétrica, misturando bem solo e solução. Cobrir o Erlenmeyer com placa de vidro e aquecer, em chapa elétrica, até a fervura branda, por 5 minutos. Deixar esfriar.

4.1.3 Titulação do Excesso de dicromato com sulfato ferroso

Adicionar aproximadamente 80 mL de água destilada (medida em proveta), 1 mL de ácido fosfórico (H_3PO_4) concentrado e 3 gotas do indicador difenilamina a 10 g/L. Titular cuidadosamente com a solução de sulfato ferroso ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$) 0,1 mol/L. O final da titulação é atingido quando a coloração escura se altera para verde, indicando que todo o excesso de dicromato foi titulado. Anotar o número de mL gastos na titulação. Proceder à titulação de uma prova em branco.

4.1.4. Calculo do teor de carbono orgânico (g/Kg)

$$C.O. = [40 - (T \times f) \times 0,6]$$

T = mL de sulfato ferroso gastos na titulação da amostra de solo; f = 40/volume de sulfato ferroso gasto na titulação da prova em branco;

4.1.5 Teor de matéria orgânica do solo (g/kg)

Considerando-se que os húmus contem aproximadamente 58% de carbono

$$M.O. = C.O. \times 1,724$$

4.1.6 Preparação dos reagentes utilizados

Dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$) 0,2 mol/L - Adicionar 39,22 g do sal (previamente seco em estufa a 105°C durante uma hora), a um balão volumétrico de 2 L, contendo 400 mL de água destilada. Juntar uma mistura de 1000 mL de ácido sulfúrico concentrado + 500 mL de água destilada, previamente preparada. Agitar bem para dissolver todo o dicromato. Deixar esfriar e completar o volume do balão com água destilada.

Sulfato ferroso ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$) 0,1 mol/L - Dissolver 27,802g do reagente em 500 mL de água destilada que contenha 10 mL de ácido sulfúrico (H_2SO_4) concentrado. Completar o volume com água destilada.

Difenilamina (indicador) a 10 g/L - Dissolver 1 grama de difenilamina em 100 mL de ácido sulfúrico concentrado.

Ácido sulfúrico (H_2SO_4) e ácido fosfórico (H_3PO_4) – produtos p.a. concentrado. (EMBRAPA, 1997).

4.2 Análise estatística descritiva

Os dados de MO foram submetidos à análise estatística descritiva e Teste de Tukey, onde foi determinado a média, valores máximos e mínimos, coeficientes de assimetria e curtose, coeficiente de variação (CV) e distribuição de frequências dos dados. As análises realizadas no software estatístico RSTUDIO. O CV foi calculado com base no critério de Warrick e Nielsen (1980), que classifica o CV como baixo <12%, médio de 12% a 24% e alto >24%.

5. RESULTADO E DISCUSSÕES

Durante a compostagem, uma variedade de pequenos artrópodes tem sido observada na massa de resíduos orgânicos durante o processo, mas isso é considerado normal, pois além de microrganismos como fungos, bactérias e actinomicetos, outros organismos como algas, nematoides e os artrópodes também estão envolvidos na quebra do material durante a compostagem (ATAIDE et al., 2007).

Durante a primeira etapa do processo, incluindo a estabilização térmica dos resíduos, a temperatura atinge 40-50°C entre 21 e 35 dias após o início do processo, o que indica a atividade de bactérias e fungos termofílicos na decomposição dos resíduos. Em uma pilha de compostagem, a temperatura atinge 22-30°C. Essa temperatura indica que os compostos estão colonizados por fungos e actinomicetos (MADALENO, 2002).

Temperaturas acima de 50 °C têm sido associadas ao aumento da atividade respiratória de microrganismos termofílicos, indicando uma alta taxa de biodegradação da matéria orgânica no composto relacionado ao substrato RO75 na semana 7 da compostagem (Tabela 2) (FERNANDES e SILVA, 1999).

Tabela 2: Temperatura coletada durante o período de 120 dias dos processos de compostagem e temperatura ambiente média semanais dos meses de Outubro de 2016 a Janeiro de 2017 no Município de Humaitá – Am.

Comp.	Observações de temperatura (°C) (médias semanais)																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
RO75	30	36	40	42	45	48	50	47	43	43	41	41	40	38	36	35	33
RO50	36	36	39	39	44	46	48	42	40	38	38	37	38	40	39	36	32
RO30	36	38	38	36	41	45	49	43	41	37	34	36	36	34	33	34	34
CA75	35	37	39	39	40	42	47	43	40	36	39	38	37	36	34	33	31
CA50	32	38	35	37	42	44	46	45	48	46	42	43	41	39	37	35	33
CA30	36	37	38	40	43	48	41	44	47	41	37	39	40	36	38	37	35
CC75	36	37	41	45	48	43	46	44	40	38	37	37	38	36	36	34	30
CC50	33	35	39	43	45	44	45	45	47	49	46	44	42	37	36	37	31
CC30	35	37	37	38	40	43	47	45	42	40	43	45	38	38	36	34	32
T. Amb.	30	29	26	25	29	32	25	27	33	24	32	25	30	28	34	30	32

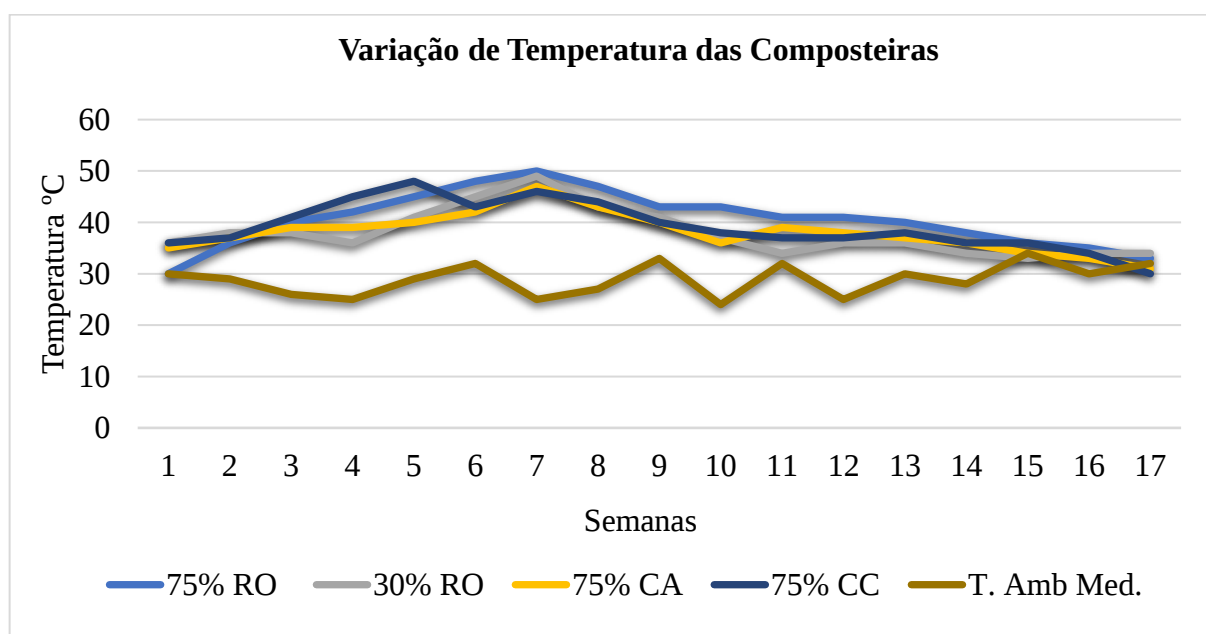
RO: Resíduo Orgânico, **CA:** Carço de Açaí, **CC:** Casca de Castanha, **T. Amb:** Temperatura ambiente, **Comp.:** Compostagens.

Destaca-se que, a temperatura também contribui fortemente para a atuação de microrganismos, sendo essencial ao processo, deste modo este parâmetro se torna o mais eficaz

para indicar a eficiência do processo. Observou-se neste estudo que o comportamento da temperatura se assemelhou a pesquisa realizada por (HIJAZIN, 2012), cujas as temperaturas dos reatores se mantiveram na fase termófila durante todo o período de monitoramento. (GUERMANDI, 2015)

O aumento de temperatura durante os primeiros dias de empilhamento é o primeiro sinal do início da compostagem, com temperaturas tipicamente atingindo 40-50°C, e aos 15 dias podendo atingir 60-70°C. Nesse sentido, as médias semanais para todos os tratamentos mostraram-se acima de 35 °C já na segunda semana do experimento. Portanto, a temperatura é considerada o principal indicador do processo de fermentação e reflete diretamente na eficiência do processo (KIEHL, 1985).

De acordo com os resultados do monitoramento de temperatura de 9 composteiras, observou-se que nos reatores 75% RO, 30% RO e 75% CA, 75% CC, mudanças e quedas de temperatura, mostrando um formato semelhante há curva de temperatura no processo de compostagem, mas não atingindo há temperatura termofílica ideal, na faixa de 55° a 65° °C, mas se aproximando da faixa de temperatura termofílica inicial, em torno de 45° C. A (Figura 3) mostra curvas obtidas em temperatura do composto ao longo de 120 dias de observação, que se aproximaram ao proposto por (KIEHL, 2012).



75% RO: Composteira com 75% de resíduo orgânico, **30% CA:** Composteira com 30% resíduo orgânico, **75% CC:** Composteira com 75% de caroço de açaí, **75% CC:** Composteira com 50% de casca de castanha T. Amb: Temperatura média semanal ambiente.

Figura 3: Evolução da curva temperatura durante o processo de compostagem, que se adequaram ao proposto por Kiehl 2012.

Vale ressaltar que a temperatura do material que se comporta de forma semelhante nas composteiras de 75% RO, 30% RO, 75% CA, 75% CC. Nos primeiros dias do processo, a temperatura aumentou, indicando o início da compostagem, com calor exotérmico e aumento da temperatura à medida que o crescimento da colônia microbiana aumentava. O aumento da temperatura do substrato está relacionado a diversos fatores que geram calor, como os microrganismos envolvidos, a presença de umidade, a presença de oxigênio e o tamanho das partículas do resíduo (KIEHL, 2012).

Após 120 dias, foram identificados o retorno e a permanência da temperatura ambiente, há atividade microbiana e perda da capacidade de auto aquecimento, o que pode ser um indicativo do término da degradação da matéria orgânica (INÁCIO; MILLER, 2009; KIEHL, 2012).

Durante o monitoramento, o controle de umidade foi realizado alternando a camada externa mais seca com a camada interna mais úmida para que todas as camadas do material tivessem o mesmo teor de umidade recomendado (MOQSUD et al., 2011).

Processos de compostagem de média a larga escala tem como recomendação que a umidade permaneça entre 50 e 60%. Tal faixa é considerada essencial para a sobrevivência dos microrganismos decompositores da matéria orgânica. Destaca-se que este parâmetro também influencia na temperatura e areação do composto, sendo fundamental seu adequado controle de modo que ambos se mantenham favoráveis ao processo. Apesar do processo de compostagem realizado no presente estudo ser classificado como pequena escala, considerou-se a umidade em torno de 60%. (RODRIGUES et al, 2006; EPSTEIN, 2011; BARROS et al., 2005; DE PAULA; CEZAR, 2011; MICHEL et al., 1996)

Durante o período de compostagem, os revolvimentos ocorreram uma vez por semana para reduzir a temperatura e garantir a ventilação das faixas. O processo de inversão faz com que a camada externa ocupe a parte interna, pois as camadas são misturadas e o composto é homogeneizado na inversão.

Temperaturas muito altas são importantes para o processo de compostagem, mas não devem ser mantidas por longos períodos de tempo, pois inibem a presença de alguns microrganismos importantes para o processo de compostagem (KIEHL, 1985).

Uma vez amadurecido o composto, foi avaliado pelo teste de maturação descrito em Oliveira et al. (2008), utilizando o método quarteamento conforme NBR 10.007 (ABNT, 2004) foram coletadas amostras de cada pilha de compostagem e armazenadas em sacos corretamente identificadas.

As amostras foram então secas a 65°C, moídas, homogeneizadas e o carbono orgânico (CO) determinado por combustão úmida com dicromato de potássio e ácido sulfúrico (Walkey Black, modificado por Yeomas e Bremner) na presença de calor externo e titulação de sulfato de ferroso amoniacal.

Para implementar o método analítico de Yeomans e Bremner (YB) (1988), foram feitos os seguintes ajustes: foram pesados 0,250 g de cada resíduo orgânico derivado dos compostos, dicromato de potássio $K_2Cr_2O_7$, na concentração de 0,667 mol L⁻¹. Após a análise química, foram encontrados os seguintes valores médios de carbono orgânico e matéria orgânica conforme descrito na (Tabela 3), analisados conforme descrito no manual da Embrapa 1997.

Tabela 3: Resultado da análise química dos teores médios de Matéria orgânica e Carbono orgânico obtidos através de amostras, a partir de compostagem produzidas com resíduos orgânicos e agroindustriais no município de Humaitá – Am.

Tratamentos	Carbono Orgânico (g.dm ⁻³)			Matéria Orgânica (g.dm ⁻³)		
	Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3	Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3
RO75	47,42	46,13	46,40	81,76	79,53	80,00
RO50	30,29	30,52	31,28	52,23	52,62	53,93
RO30	31,78	31,13	31,55	54,79	53,67	54,40
CC75	35,95	32,87	37,47	61,99	56,67	64,60
CC50	29,64	29,77	29,61	51,10	51,33	51,05
CC30	36,64	38,59	37,44	63,17	66,53	64,55
CA75	32,99	33,21	31,79	56,89	57,27	54,81
CA50	36,00	36,38	36,98	62,07	62,72	63,76
CA30	40,86	40,39	41,68	70,45	69,64	71,87

RO75: 75% de Resíduo orgânico, **RO50:** 50% de Resíduo orgânico, **RO30:** 30% de Resíduo orgânico, **CC75:** 75% de Casca de castanha, **CC50:** 50% de Casca de castanha, **CC30:** 30% de Casca de castanha, **CA75:** 75% de Carvão de açaí, **CA50:** 50% de Carvão de açaí, **CA30:** 30% de Carvão de açaí.

Notavelmente, o método de YB proporcionou uma recuperação média de 85% para o teor de CO determinado pelo método de combustão úmida. Esse resultado pode ser devido ao fato de que ocorre apenas oxidação parcial do C, quando se utiliza a oxidação do dicromato de potássio, uma vez que a parte orgânica é protegida pela fase mineral (CANTARELLA; TRIVELIN, 2001; SEGNINI et al., 2008). Resultados semelhantes foram obtidos em solo utilizando métodos envolvendo os mesmos princípios e oxidação do CO com dicromato de potássio em ambientes ácidos (GATTO et al., 2009; SEGNINI et al., 2008; PERREIRA et al., 2006).

Como o método de YB é baseado na oxidação do carbono com dicromatos, as frações orgânicas e húmicas mais estáveis não são oxidadas pelos dicromatos. Para testar o efeito do teor de C-húmus, índice de humificação sobre o carbono extraído pelos métodos de YB em amostras (RO50, RO30, CC50, CA75). Esse resultado sugere que a resistência à oxidação pode estar relacionada à proteção dos orgânicos por minerais, mas também à resistência química específica dos materiais orgânicos (NELSON; SOMMERS, 1996; EUSTERHUES et al., 2003).

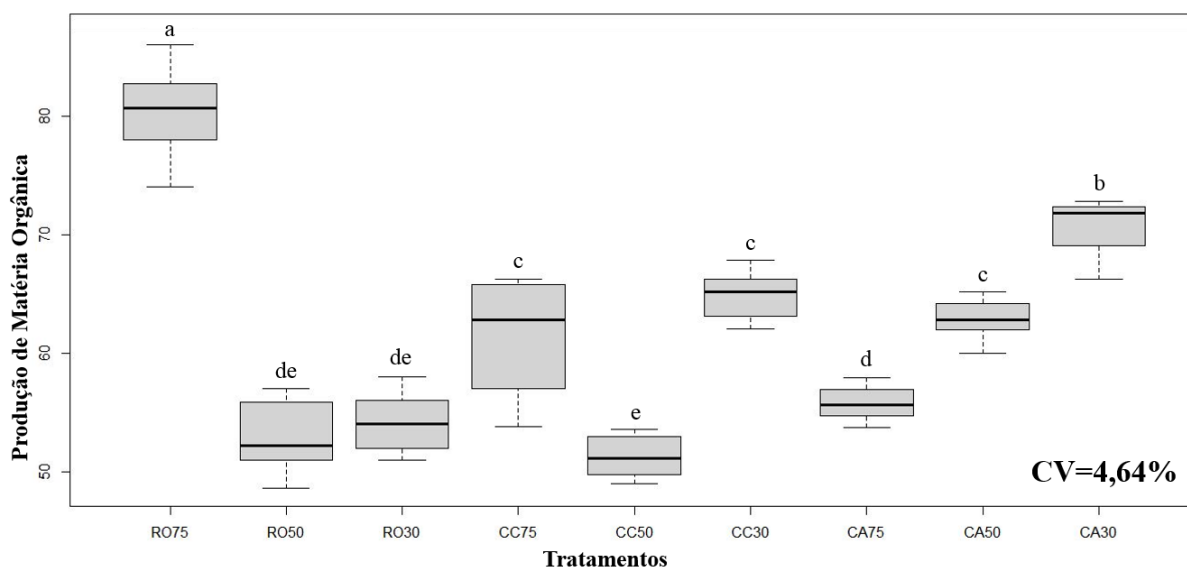
Os tratamentos RO75, CC75, CC30, CA50 e CA30 apresentaram maiores rendimentos de matéria orgânica (Tabela 3). O efeito da relação C/N no processo de compostagem, em dois experimentos realizados com adição de 30% e 15% de serragem à fração orgânica de resíduos sólidos urbanos, confirmou-se que a adição de serragem nas proporções testadas não afetou a eficiência do processo (MOTA et al., 2002).

Os resultados da Tabela 3 mostram que os compostos orgânicos obtidos a partir de resíduos de alimentos, sementes de açaí e serragem foram bioestáveis após 75 dias de compostagem. A relação C/N sugere que compostos com uma relação de 18/1 ou um pouco abaixo de 18/1 são semicuráveis ou bioestáveis e podem ser usados sem risco de prejudicar as plantas. Vale ressaltar, no entanto, que o composto orgânico pode levar até 90 dias para compostar. As sementes de açaí (30%) podem ser consideradas maduras ou humificadas após 90 dias de compostagem. Por outro lado, no composto feito a partir de sementes de açaí (55%) e serragem, o amadurecimento ocorre somente após 150 dias de compostagem (KIEHL, 2002).

Vários métodos para a determinação de carbono total (CT) em amostras de resíduos orgânicos afetam o teor de C e MO, dependendo das características do resíduo analisado, que pode conter espécies inorgânicas redutoras como íons ferrosos, sulfetos, ácido nitroso, sais, cloretos e outros haletos reagem com íons dicromatos (RODELLA; ALCARDE, 1994) e são utilizados como oxidantes no processo YB. Além disso, a precisão analítica de possíveis fontes de erro durante a análise, como diluição, manuseio, pontos de virada no processo de titulação, etc., são outros fatores que podem causar erros e reduzir o rendimento de C (CONCEIÇÃO et al., 2008).

Pascual et al. (1997) verificaram que o fator médio para a razão MO/CO foi de 2,05, ao invés do fator 1,724 comumente usados para estimar a matéria orgânica do solo a partir do teor de CT, portanto esse fator não foi adequadamente utilizado para resíduos orgânicos. Melo, Silva e Dias (2008) confirmaram os resultados de Pascual et al. (1997). Eles também relatam que é difícil estabelecer um fator confiável para estimar a MO a partir CO no caso de resíduos de diferentes origens e vice-versa. Pereira et al. compararam diferentes métodos de determinação

de carbono em solos ricos em matéria orgânica, Pereira et al. (2006) propuseram um fator de 2,10 para converter CO em MO utilizando o método de Walkley e Black (1934) modificado por Tedesco et al. (1995), o mesmo princípio de Yeomans e Bremner (1988).



RO75: 75% de Resíduo orgânico, **RO50:** 50% de Resíduo orgânico, **RO30:** 30% de Resíduo orgânico, **CC75:** 75% de Casca de castanha, **CC50:** 50% de Casca de castanha, **CC30:** 30% de Casca de castanha, **CA75:** 75% de Caroço de açaí, **CA50:** 50% de Caroço de açaí, **CA30:** 30% de Caroço de açaí.

Figura 3: Produção de matéria orgânica obtidas através de análise química a partir de compostagem de resíduos orgânicos e agroindustriais no município de Humaitá-Am. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O tratamento RO75 apresentou a melhor média de produção e matéria orgânica, fator este que pode estar associado a baixa relação C/N dos resíduos alimentares utilizados. O carbono é um material energético necessário para a função metabólica dos microrganismos, e o nitrogênio é utilizado para a síntese de proteínas. Portanto, a relação C/N é considerada como um parâmetro que reflete o equilíbrio do substrato. A falta de qualquer elemento limitará a atividade metabólica dos microrganismos (BERTICELLI et. al, 2016).

Já os tratamentos CC50, RO50 e RO30 apresentaram as menores medias de produção de matéria orgânica, fator este que pode estar associado a alta relação C/N dos resíduos alimentares utilizados. Esse fato pode ser explicado pela disposição dos compostos orgânicos, que simplesmente altera o tipo de resíduo utilizado para manter a relação C:N e acelerar o processo de compostagem. Ou seja, isso ocorre porque o teor de macro e oligoelementos nas matérias-primas utilizadas na mistura é muito próximo, portanto, não há aumento ou diminuição nas diferentes proporções observações (SILVA et al., 2013).

Os valores de matéria orgânica do tratamentos descritos na tabela 3 podem ser comprados ao estudo de perfis em TPA na região do Médio Rio Madeira - AM, Campos et al. (2011) quantificaram valores de MO nos horizontes A antrópico variando entre 43,70 e 80,30 g kg⁻¹, semelhantes aos verificados neste estudo (Figura 3). Em perfis coletados nos municípios de Apuí e Manicoré - AM, Santos et al. (2013) observaram teores de MO variando de 25,96 a 111,48 g kg⁻¹ em horizontes antrópicos (LEHMANN et al., 2003; BARROS et al., 2012).

Ao avaliar os valores de MO em Latossolo Amarelo com horizonte A antrópico (TPA) e Latossolo Amarelo Distrófico típico (LA) sob cultivo de citros em Manacapuru - AM, Chagas et al. (2017), verificaram que os teores de carbono nos perfis em TPA foram superiores aos observados em LA. Campos et al. (2012) também quantificaram maiores teores de carbono orgânico em áreas de TPA em comparação às áreas com solos não antropogênicos na região de Manicoré - AM. Os valores quantificados por Chagas et al. (2017) (24,58 a 36,06 g kg⁻¹) e Campos et al. (2012) (43,80 a 80,40 g kg⁻¹) em TPA nos primeiros 0,20 m estão próximos aos verificados nas áreas desse estudo (Figura 4). De maneira geral, as TPAs geralmente são mais ricas em MOS do que os solos adjacentes ou representativos da região da Amazônia (LIMA et al., 2002).

6. CONCLUSÃO

Após as análises laboratoriais os tratamentos RO75, CC75, CC30, CA50, CA30 obtiveram os melhores de valores para Carbono Orgânico e Matéria Orgânica, após o teste de media verificou-se que o tratamento RO75 que obteve maior média de produção de matéria orgânica, se diferenciando estatisticamente dos demais tratamentos, o tratamento CA30 obteve a segunda melhor produção de MO, se diferenciando estatisticamente dos demais tratamentos.

O tratamento CC50 obteve a menor medias de produção de MO, mas não se diferenciando estatisticamente dos tratamentos RO50, RO30.

A produção de compostagens através de resíduos orgânicos se torna uma alternativa para uma melhor finalidade destes produtos tanto de agroindústrias quanto, dos resíduos gerados a partir desperdício de alimentos do restaurante universitário da Universidade Federal do Amazonas no campus de Humaitá-Am.

Não foi possível uma melhor comparação dos dados de Matéria Orgânica, pois trabalhos realizados nesta linha de pesquisa avaliam apenas a mudança na relação Carbono/Nitrogênio e seu comportamento durante o processo de compostagem.

7. REFERÊNCIAS

- ABRELPE. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil. Abrelpe, novembro de 2019. Disponível em: < https://www.migalhas.com.br/arquivos/2020/1/492DD855EA0272_PanoramaAbrelpe_-2018_2019.pdf >.
- ABRELPE. Panorama of solid waste in Brazil 2015. Abrelpe, p. 92, 2015. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2015.pdf>>.
- ANDREOLI, C.V. et al. Higienização do Lodo de Esgoto – Resíduos sólidos do saneamento: processamento, reciclagem e disposição final. In: Andreoli, C. V. Lodo de Esgoto. Rio de Janeiro: ABES, 2001.
- ATAIDE, L. M. S. et al. Estudo da presença de vetores em leiras de composto orgânico produzido na central de tratamento de resíduos sólidos de Belo Horizonte, MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 2007, Belo Horizonte. Anais [...]. Rio de Janeiro: Sindicato Nacional dos Editores de Livros, 2007.
- BARREIRA, L. P. Avaliação das usinas de compostagem do estado de São Paulo em função da qualidade dos compostos e processos de produção. 2005. 204f. Tese (Doutorado em Saúde Ambiental) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.
- BARRENA, R.; FONT, X.; GABARRELL, X.; SÁNCHEZ, A. Home composting versus industrial composting: influence of composting system on compost quality with focus on compost stability. Waste Manage. v. 34, pp. 1109–1116, 2014.
- BARROS, R. T. V. Elementos de resíduos sólidos. Belo Horizonte: Tessitura. 2012.
- BERTICELLI, R. et al. Compostagem como alternativa de biorremediação de áreas contaminadas. Revista CIATEC-UPF, v.8, 2016.
- BOUVIE, L; BORELLA, D.R; PORTO, P.A.O; SILVA, A.C; LEONEL, S. Caracterização físico-química dos frutos de castanheira do Brasil. Nativa, v. 4(2), p. 107- 111, 2016.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Compostagem Doméstica, Comunitária e Institucional de Resíduos Orgânicos – Manual de Orientação. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2017a. Disponível em: < http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/municipioverdeazul/2016/07/rs6-compostagemmanualorientacao_mma_2017-06-20.pdf > Acesso em: 19 de jun. 2022.
- CANTARELLA, H.; TRIVELIN, P. C. O. Determinação de nitrogênio total. In: RAIJ, B. van et al. (Ed). Análise química para avaliação da fertilidade de solo tropicais. Campinas: IAC, 2001.
- CONCEIÇÃO, M. et al. Distribuição e caracterização de substâncias húmicas em vermicompostos de origem animal e vegetal. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v. 32, out./dez., 2008.
- COSTA, M.S.S.M.; COSTA, L. A. de M.; DECARLI, L. D.; PELÁ, A.; SILVA, C. J. da; MATTER, U. F.; OLIBONE, D. Compostagem de resíduos sólidos de frigorífico. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.13, n.1, p.100-107, 2009.
- DE PAULA, L. G. A., CEZAR, V. R. S. Compostagem de Resíduos Orgânicos da Área Verde do Campus Marechal Deodoro – IFAL em Função do Número de Revolvimentos. Engenharia Ambiental – Espírito Santo do Pinhal. 2011.
- DIAS, J.M.C.S; SOUZA, D.T; BRAGA, M; ONOYAMA, M.M; MIRANDA, C.H.B; BARBOSA, P.F.D et al. Produção de briquetes e péletes a partir de resíduos agrícolas, agroindustriais e florestais. Brasília: Embrapa Agroenergia, 2012.

- DUTRA, D. E, MENEZES, C.S.R, PRIMO, C. D. Adições de nutrientes na compostagem de podas de árvores na região semiárida do NE do Brasil, *Revista Scientia Plena*.v.11 n.7 p.1- 10. 2013.
- EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manual de Análises Químicas de Solos, Plantas e Fertilizantes. Brasília, p. 627, 2009.
- EMBRAPA. Manual de métodos de análise de solo. Centro nacional de Pesquisa de solos, 2ed. ver. atual., Rio de Janeiro, 1997.212 p.
- EPSTEIN, E. Industrial composting: environmental engineering and facilities management, FL: CRC Press, Boca Raton. 2011.
- EUSTERHUES, K. et al. Stabilisation of soil organic matter by interactions with minerals as revealed by mineral dissolution and oxidative degradation. *Organic Geochemistry*, Oxford, v. 34, n. 12, p. 1591-1600, Dec. 2003.
- FAN, Y. V.; LEE, C. T.; KLEMES, J. J.; CHUA, L. S.; SARMIDI, M. R.; LEOW, C. W. Evaluation of Effective Microorganisms on home scale organic waste composting. *Journal of Environmental Management*, p. 1-8, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.04.019>.
- FARINAS C. S., SANTOS R. R. M., BERTUCCI NETO V., PESSOA J. D. C. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento. Aproveitamento do Caroço do Açaí como Substrato para a Produção de Enzimas por Fermentação em Estado Sólido. São Carlos, SP 2009.
- FERNANDES, F.; SILVA, S. M. C. P. Manual prático para a compostagem de biossólidos. PROSAB – Programa de Pesquisa em Saneamento Básico. Londrina: UEL, 1999.
- FREIRE JUNIOR, M., & SOARES, A. G. (2017). Redução do desperdício de alimentos. Embrapa. Recuperado em 12 de junho de 2018, de <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/164602/1/Foler-CGPE-13931.pdf>.
- GATTO, A. et al. Comparação de métodos de determinação do carbono orgânico em solos cultivados com eucalipto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 33, n. 3, p. 735-740, maio/jun. 2009.
- GOUVEIA, N. Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 17, n:6, jun. 2012
- GUERMANDI, J. I. Avaliação dos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos dos fertilizantes orgânicos produzidos pelas técnicas de compostagem e vermicompostagem da fração orgânica dos resíduos sólidos urbanos coletados em estabelecimentos alimentícios de São Carlos-SP. Catálogo USP, USP, São Paulo. 2015.
- HIJAZIN, C. A. H; PIRES, M. S. Minicompostagem: uso de resíduos sólidos domésticos. *Revista Atitude – Faculdade Dom Bosco de Porto Alegre*. 2012.
- IBGE. Produção da extração vegetal e da silvicultura, Brasil, 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9105-producao-da-extracao-vegetal-e-da-silvicultura.html?edicao=31773&t=destaques>. Acesso em: 19 de jun. 2022
- INÁCIO, C. T. e MILLER, P.R.M. Compostagem: ciência e prática para a gestão de resíduos orgânicos; Embrapa Solos, Rio de Janeiro, 2009.
- IPEA, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Notícias. Brasil, 2017. Disponível em:<http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=29296> Acessado em 18/06/2022.

JAHNEL, M.C., MELLONI, C., ELKE, J.B.N. Maturidade do composto de lixo urbano. *Sciencia Agrícola*. 1999. v.56. p.301-304.

KIEHL, E.J. Fertilizantes orgânicos. Piracicaba, Editora Agronômica Ceres Ltda, 492p. 1985.

KIEHL, E.J. Fertilizantes orgânicos. São Paulo: Agronômica Ceres, 1985. 492 p.

KIEHL, E.J. Manual da Compostagem: Maturação e Qualidade do Composto. 4ªed. Piracicaba, 173p. 2004.

KIEHL, E.J. Manual de compostagem: maturação e qualidade do composto. Piracicaba, 2002.

KIEHL, Edmar José, Manual de compostagem: maturação e qualidade do composto/Edmar José Kiehl, Piracicaba, E. J. Kiehl, 6ª edição do autor, 2012

LÓPEZ, M.; et al. Intelligent composting assisted by a wireless sensing network waste, 2014.

MADALENO, I.M. A cidade das mangueiras: agricultura urbana em Belém do Pará. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, Fundação para a Ciência e a Tecnologia, 2002. 193p.

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. 204 f. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.

MELO, L. C. A.; SILVA, C. A.; DIAS, B. O. Caracterização da matriz orgânica de resíduos de origens diversificadas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 32, jan./fev. 2008.

MICHEL, F. C., FORNEY, L. J., HUANG, A. J. F., CZUPRENDSKI, M., DREW, S., LINDEBERG, J. D., REDDY, C. A. Effects of turning frequency, leaves to grass mix ratio and windows vs. pile configuration on the composting of yard trimmings. *Compost Sci. Util.* 1996.

MOQSUD, M. A.; Bushra, Q. S.; Rahman, MH. Composting barrel for sustainable organic waste management in Bangladesh. *Waste Management & Research*, p. 1286 – 1293 (2011).

MOTA, J.P; et al. Contribuição para o estudo e avaliação da relação C/N na compostagem. VI Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. 1-5 set.2002. Vitória/ES.

NELSON, D. W.; SOMMERS, L. E. Total carbon, organic carbon, and organic matter. In: BLACK, C. A. (Ed.). *Methods of soil analysis: part 3, chemical methods*. Madison; Soil Science of America and American Society of Agronomy, 1996.

OLIVEIRA, A. C. E.; SARTORI, H. R.; GARCEZ, B. T. Compostagem, Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Programa de Pós Graduação em Solos e Nutrição de Plantas. Piracicaba- SP. 2008.

OLIVEIRA, F.N.S et al. Uso da Compostagem em Sistemas Agrícolas Orgânicos. EMBRAPA Agroindústria Tropical. Fortaleza, 2004. Documentos, 89. 17p. Disponível em: http://www.cnpat.embrapa.br/publica/pub/SerDoc/doc_89.pdf. Acesso em 19 de jun. 2022.

PASCUAL, J. A. et al. Characterization of urban wastes according to fertility and phytotoxicity parameters. *Waste Manageent & Research*, oxford, v. 15, 1997.

PAULA, L. G. A.; CESAR, V. R.; OLIVEIRA, P. E. S.; Avaliação da Compostagem de Resíduos Orgânicos da Área Verde do Campus Marechal Deodoro. In: V CONGRESSO NORTE-NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO, 2010, Maceió. Anais... UFA, 2010.

PEREIRA NETO, J. T. Manual de compostagem: processo de baixo custo. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2007. 81 p. - Série Soluções. management. *Waste Management*.V.34. p. 738-746. 2014.

- PEREIRA-NETO, T. J. Manual de compostagem, processo de baixo custo, Editora UFV, Universidade de Viçosa Minas Gerais. Segunda edição, 2010.
- PERREIRA, M. G. et al. Organic carbon determination in histosols and soil horizons with organic matter content from Brazil. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v. 63, 2006.
- PLANO NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS, 2020. Acesso em: <http://consultaspublicas.mma.gov.br/planares/wp-content/uploads/2020/07/Plano-Nacional-de-Res%C3%ADduos-S%C3%B3lidos-Consulta-P%C3%BAblica.pdf>.
- PRIMO, D. C; FADIGAS F. S; PEREIRA R. DE C.; SANTOS, L. G. Uso de composto orgânico da cultura do fumo (*Nicotianatabacum*L.) na composição de substrato para produção de mudas arbóreas. *Revista Scientia Plena*, v.9, n.6, p. 2-7, 2013.
- RODELLA, A. A.; ALCARDE, J. C. Avaliação de matérias orgânicos empregados como fertilizantes. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v. 51, 1994.
- RODRIGUES, M. S., DA SILVA, F. C., BARREIRA, L. P., KOVACS, A. Compostagem: reciclagem de resíduos sólidos orgânicos. In: SPADOTTO C. A., RIBEIRO, W. Gestão de resíduos na agricultura e agroindústria, FEPAF. 2006.
- RUPANI, P. F.; EMBRANDIRI, A.; IBRAHIM, M. H.; GHOLEA, V.; LEES, C.T.; ABRASPOUR, M. Effects of different vermicompost extracts of palm oil mill effluente and palm-pressed fiber mixture on seed germination of mung bean and its relative toxicity. *Environmental Science and Pollution Research*, v. 25, p. 35805–35810, 2018. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11356-018-1875-8>.
- SANTOS, H.L.; VASCONCELLOS, C.A. Determinação do número de amostras de solo para análise química em diferentes condições de manejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.11, n.2, p.97-100, 1987.
- SCHLINDWEIN, J.A., ANGHINONI, I. Variabilidade horizontal de atributos de fertilidade e amostragem do solo no sistema plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.24, n.1, p.85-91, 2000.
- SEGNINI, A. et al. Estudo comparativo de métodos para a determinação da concentração de carbono em solos com altos teores de Fe (Latossolos). *Química Nova*, São Paulo, v. 31, n.1, p. 94-97, jan/fev. 2008.
- SHARMA, V. K.; CANDITELLI, M.; FORTUNA, F.; CORNACCHIA, C. Processing of urban and agroindustrial residues by anaerobic composting: review. *Energy Conversion and Management*. v.38, p.453-478, 1997.
- SILVA, J. M. L., RODRIGUES, T. E., RAMOS, D. P. Contribuição da fração argila e matéria orgânica na CTC de solos do terciário no nordeste do Pará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DO SOLO, 25, 1995. Resumos. Viçosa: SBCS/UFV, 1995.
- SILVA, V. M., RIBEIRO, P. H., TEIXEIRA, A. F. R., SOUZA, J. L. Qualidade de compostos orgânicos preparados com diferentes proporções de ramos de gliricídia (*Gliricidia sepium*) *Revista Brasileira de Agroecologia*, 2013.
- SOUZA, L.S. Variabilidade espacial do solo em sistemas de manejo. 1992. 162f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Curso de Pós-graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- TEDESCO, M. J. et al. Análises de solo, plantas e outros materiais. 2. Ed. Porto Alegre: UFRGS, 1995. 174.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. Organic Waste Management in Latin America: Challenges and Advantages of the Main Treatment Options and Trends. 2017.

VALENTE, B. S.; XAVIER, E.G.; MORSELLI, T. B. G. A.; JAHNKE, D. S.; BRUM, B. de S. Jr.; CABRERA, B. R.; MORAES, P de O. e LOPES, D. C. N. Fatores que afetam o desenvolvimento da compostagem de resíduos orgânicos. Archivos de Zootecnia. v.58. p.60-76, 2009.

VITORINO, K. M. N; SOBRINHO, P. P; SOUZA, C. V. A. De resíduos sólidos gerados em refeitórios. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 21. João Pessoa, Rio de Janeiro: Abes, 2001.

WALKLEY, A.; BLACK, I. A. An examination of the Degtjarreff method for determining soil organic matter, and proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Science, Baltimore, v. 37, 1934.

WARRICK, A. W.; NIELSEN, D. R. Spatial variability of soil physical properties in the field. In: HILLEL, D. (Ed.). Applications of soil physics. New York: Word Press, p. 319-344.1980.

YEOMANS, J. C.; BREMNER, J. M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. Communications in Soil Science and Plant Analysis, Athens, v. 19, Dec. 1988.