

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E
TECNOLÓGICA

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA

CÂMPUS JARAGUÁ DO SUL

ELOÍSA LUANA THILLES
GABRIELA EDUARDA PEREIRA
GUILHERME BRÜGGE RIBEIRO
LUCAS CARNEIRO
MARLLON PABLO ROGALEWSKI
VITOR LUIS DE ARAUJO

**PRODUÇÃO E ANÁLISE DE ADUBOS GERADOS A PARTIR DE
RESÍDUOS ORGÂNICOS**

Jaraguá do Sul

2017

ELOÍSA LUANA THILLES
GABRIELA EDUARDA PEREIRA
GUILHERME BRÜGGE RIBEIRO
LUCAS CARNEIRO
MARLLON PABLO ROGALEWSKI
VITOR LUIS DE ARAUJO

**PRODUÇÃO E ANÁLISE DE ADUBOS GERADOS A PARTIR DE
RESÍDUOS ORGÂNICOS**

Relatório de pesquisa desenvolvido no eixo formativo diversificado “Conectando os Saberes” do curso Técnico em Química (Modalidade Integrado) do Instituto Federal de Santa Catarina.

Orientador:

Coordenador da Fase:

JARAGUÁ DO SUL

2017

Agradecimentos

Primeiramente, agradecemos ao nosso orientador Juliano Maritan Amâncio, por sua presença no desenvolvimento do trabalho escrito e prático e, pelo apoio e aconselhamento em todos os problemas que surgiram no decorrer da pesquisa.

Ao Prof. Juliano Ramos, pela ajuda nas análises laboratoriais e, no desenvolvimento dos dados, assim como na leitura dos resultados obtidos e aconselhamento para solucionar as questões que surgiam no decorrer do desenvolvimento prático.

Ao Prof. Giovani Pakuszewsk e a Prof. Luciana Valgas de Souza, pelas correções e dicas no projeto, que foram essenciais nos momentos de execução prática.

À estagiária Jenifer Schäfer, por sempre estar disposta a nos auxiliar no desenvolvimento prático, sanando nossas dúvidas e corrigindo nossos erros.

E, por fim, agradecemos a todos que de alguma forma se envolveram em nosso projeto e colaboraram de alguma maneira com o desenvolvimento desta pesquisa científica.

RESUMO

O presente trabalho teve como principal objetivo a obtenção de adubos a partir do reaproveitamento de resíduos orgânicos e de varrição coletados no IFSC Campus Jaraguá do Sul- Centro. Para a realização desta pesquisa foram utilizados métodos quali-quantitativos, em vista que a partir das análises dos nutrientes obtidos no adubo, buscou-se verificar a qualidade do possível composto ali formado. Com essa pesquisa, verificamos que é possível a criação de um adubo a partir dos resíduos presentes no campus, já que com as análises realizadas até o presente momento obteve-se um resultado dentro do esperado.

Palavras-Chave: Adubo. Resíduo. Análises. Composto.

1 INTRODUÇÃO

Segundo uma pesquisa de 2012 feita pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (2012), são gerados no Brasil cerca de 183,5 toneladas de resíduos sólidos por dia, dos quais 51,4% são resíduos orgânicos. Por conseguinte, o IFSC Câmpus Jaraguá do Sul faz parte destes dados, uma vez que gera todos os dias resíduos orgânicos dos mais variados, sendo estes resultado da atividade de docentes, alunos, servidores, etc.

Sendo assim, todos os resíduos orgânicos gerados, provenientes da cantina e da cozinha dos servidores, são separados e, no entanto, colocados juntos com os outros tipos de resíduos na hora do descarte e coleta segundo um dos responsáveis pela limpeza do câmpus. Já os resíduos de varrição são depositados em uma área isolada do Câmpus para o processo de decomposição.

O descarte incorreto desses resíduos pode ocasionar uma série de problemas ambientais, como a proliferação de animais, onde existe o risco de doenças a população, o mau cheiro e também a poluição visual, além de que a decomposição desses materiais orgânicos libera gases inflamáveis e o chorume, que pode ser bastante solúvel e, dependendo de sua matéria orgânica, pode circular facilmente no solo, contaminando os lençóis freáticos devido à elevada toxicidade das substâncias que podem estar presentes na sua composição, como metais pesados, sólidos suspensos, fosfatos e nitratos (MARQUES, 2011).

Tendo em vista que já houve outros trabalhos sobre adubo no projeto Conectando os Saberes, mas que nenhum utilizou de uma técnica para transformar os resíduos orgânicos gerados no câmpus, optou-se por produzir adubo orgânico a partir dos restos de alimentos e de folhagem pelo método de compostagem, de forma que esses dois tipos de resíduos tenham uma melhor destinação do que a atual, além de diminuir os prejuízos ao meio-ambiente que estes podem causar.

O trabalho teve como objetivo geral a produção de adubo orgânico a partir da compostagem dos resíduos orgânicos gerados no IFSC Câmpus Jaraguá do Sul - Centro, e análise de suas propriedades físico-químicas. Este objetivo surgiu a partir da seguinte questão problema: quais as propriedades

do adubo produzido a partir de resíduos orgânicos gerados no IFSC Câmpus Jaraguá do Sul?

Os objetivos específicos surgiram a partir do objetivo geral e da questão problema:

- Compreender, a partir da revisão bibliográfica, a produção e as propriedades físico-químicas de adubos orgânicos.
- Obter e caracterizar os resíduos orgânicos produzidos no IFSC Câmpus Jaraguá do Sul.
- Produzir três tipos de adubos com diferentes proporções entre os resíduos.
- Analisar as propriedades físico-químicas dos adubos produzidos.
- Comparar as propriedades do adubo produzido com um adubo orgânico disponível no mercado.

Além dos objetivos, a questão problema também foi o ponto de partida para a formulação de quatro hipóteses, são elas:

- É possível produzir adubo a partir dos resíduos orgânicos encontrados no IFSC câmpus Jaraguá do Sul.
- Será possível analisar nos laboratórios do IFSC as propriedades físico-químicas dos adubos produzidos.
- O adubo produzido com a maior proporção de resíduos de varrição terá a maior concentração de nitrogênio e carbono.
- Os adubos produzidos terão quantidades discrepantes de macro e micronutrientes.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para compreender o que são resíduos, sua classificação, destinação, além da definição de adubo, compostagem e caracterização desse processo, a fundamentação teórica deste relatório foi realizada da seguinte forma.

2.1 RESÍDUOS

Popularmente conhecidos como lixo, resíduos são materiais considerados desnecessários a um indivíduo, sendo eventualmente descartados pelo mesmo (POLETO; BRESSIANI, 2013).

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) define resíduos sólidos como: resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades da comunidade de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição (NBR 10.004/2004).

Nesta definição ainda ficam incluídos os lodos provenientes das estações de tratamento de água, os gerados em instalações e equipamentos de controle de poluição, assim também como determinados líquidos cujas singularidades se tornem inviáveis para o seu lançamento “na rede pública de esgotos ou corpos d’água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis” (NBR 10.004/2004).

Os resíduos sólidos orgânicos são todos os resíduos de origem animal ou vegetal, ou seja, que proximamente fizeram parte de um ser vivo, tendo como exemplo as frutas, hortaliças, folhas, restos de carne, etc. Esses resíduos são considerados poluentes, e, quando acumulados, podem vir a se tornar não atrativos e mal-cheirosos, comumente devido à decomposição de seus produtos. Não havendo um mínimo de cuidado com o armazenamento destes, acaba-se criando um ambiente propício para a o desenvolvimento de microrganismos que, em muitos casos, podem ser causadores de doenças (BENTO et al., 2013).

2.1.1 CLASSIFICAÇÃO

Além da classificação pela origem do resíduo (industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição), estes ainda podem ser classificados nas diferenciações entre “resíduos úmidos e secos, orgânicos e inorgânicos, perigosos e não perigosos” (BENTO et al., 2013).

Na NBR 10004/2004, a ABNT classifica os resíduos em classe I - perigosos (que apresentam periculosidade) e classe II - não perigosos. A classe II ainda é subdividida em classe IIA - não inertes e classe IIB - inertes.

Os resíduos não inertes são aqueles que podem possuir propriedades como combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água.

Os inertes são aqueles que, em contato com água destilada ou deionizada, não tem nenhum de seus componentes solubilizados em concentrações que a tornem não-potável, conforme legislação específica.

Restos de alimentos e resíduos de madeira são considerados como não perigosos conforme a NBR 10004/2004.

2.1.2 GERENCIAMENTO ADEQUADO PARA OS RESÍDUO ORGÂNICOS

Resíduo orgânico se define como todo e qualquer rejeito proveniente de origem animal ou vegetal. Segundo o Ministério do Meio Ambiente (201-), os resíduos orgânicos constituem a maior parcela de rejeitos no Brasil. Em todo lugar existe a produção de resíduo orgânico, logo, seu descarte muitas vezes é feito de forma incorreta, fazendo assim com que ele gere diversos problemas ao meio ambiente. Segundo Campos et. al (2010), além dos problemas causados ao meio ambiente, o descarte indevido desses resíduos representa muitas vezes o desperdício de uma matéria-prima que poderia ser reaproveitada

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12.305/10) foi criada em prol da diminuição do descarte de resíduos orgânicos. Segundo ela, os grandes geradores de resíduos orgânicos precisam de um plano de gerenciamento residual para que possam funcionar conforme a lei. Para que os objetivos previamente estipulados sejam alcançados, esses planos devem seguir algumas medidas prévias, como:

- Condicionamento: tentativa de prevenir o apodrecimento dos resíduos orgânicos, ou, após já acontecido, tratar de forma correta todo o material antes do descarte.

- Redução: boa estrutura e plano de gerenciamento adequado para que se diminua a quantidade de material descartado periodicamente.
- Reutilização: utilizar dos diversos métodos existentes para, caso possível, realizar uma reutilização antes do descarte do resíduo.
- Destinação Final: após realizados todos os métodos acima, descartar de forma adequada os resíduos finais.

Segundo [Silva \(2007, p.22\) apud Matos \(2005\)](#), dentre as técnicas de transformação de resíduos orgânicos, uma de grande relevância e alcance, tendo em vista a facilidade e resultados obtidos, é a compostagem, pois possibilita a transformação desses resíduos “em adubo orgânico de grande valor fertilizante para as plantas”.

2.2 ADUBO E COMPOSTAGEM

O Ministério do Meio Ambiente (201-) define a compostagem como um “processo biológico de decomposição e de reciclagem da matéria orgânica contida em restos de origem animal ou vegetal formando um composto”. Esse processo possibilita um destino útil para resíduos orgânicos, evitando assim a acumulação em aterros e beneficiando a estrutura dos solos, ou seja, permite um destino aos resíduos orgânicos industriais, agrícolas e domésticos, como no IFSC Câmpus Jaraguá do Sul com os restos de alimentos e de varrição.

Nesse processo, as moléculas orgânicas mais complexas se transformam em um composto (chamado também de produto da compostagem) mais simples e estável. Durante a compostagem ocorre também a liberação de gases, como o gás carbônico, e o vapor de água (MASSUKADO, 2016).

Os produtos da compostagem são amplamente utilizados em diversos âmbitos, como em jardins, hortas e como adubação de plantas na área agrícola ou como fertilizantes domésticos, repondo dessa forma os nutrientes necessários à terra e “aumentando sua capacidade de retenção de água,

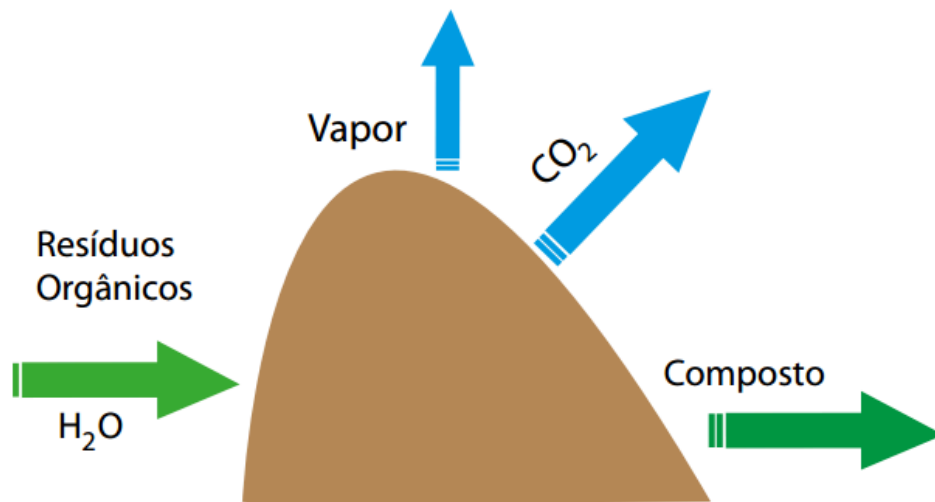
permitindo o controle de erosão e evitando o uso de fertilizantes sintéticos” (MMA, [201-]). O adubo, dessa forma, nada mais é que o conjunto dos resíduos vegetais e animais que vieram a se tornar os produtos da compostagem.

Segundo Oliveira (2004), a compostagem é uma decomposição “acelerada” dos resíduos orgânicos que é feita por microrganismos. Ela se dá em ambiente controlado, por meio do monitoramento de temperatura, umidade, pH, e dos materiais submetidos a esse processo.

A compostagem ainda, segundo Mano, Pacheco e Bonelli (2005), consiste na estabilização biológica da matéria orgânica por meio de processos bioquímicos conduzidos pela ação controlada de microrganismos. Segundo Campos et al (2010) apud Dornelles (2009), as vantagens de reciclar o material orgânico usando o mesmo como adubo orgânico são a de aumentar a capacidade de plantas em absorver macro e micronutrientes

Esse processo pode acontecer de duas formas, em condições aeróbias e em condições anaeróbias. Na técnica aeróbia, de humificação mais acelerada, a temperatura pode chegar a 70°C e os odores originados não são fortes. Essa é a forma mais indicada para o tratamento da matéria orgânica domiciliar segundo Monteiro et al (2001). Já na forma anaeróbia, de humificação mais lenta, as temperaturas tendem a serem próximas do ambiente e existe a liberação de odores fortes e desagradáveis.

Figura 1: Representação geral do processo de compostagem.



Fonte: Massukado (2016).

2.2.1 MÉTODO AERÓBICO

O processo de compostagem acontece em dois ciclos, o primeiro sendo chamado de bioestabilização, onde ocorre a primeira e segunda fase, e o segundo de maturação ou humificação onde ocorre a terceira fase, sendo elas distintas uma das outras. (OLIVEIRA, SARTORI E GARCEZ; 2008).

Na primeira fase, comumente chamada de fase mesófila, ocorre uma proliferação de fungos e bactérias mesofílicas na composteira assim que se acumula a matéria orgânica. Estes irão metabolizar principalmente os nutrientes mais facilmente encontrados, ou seja, as moléculas mais simples, como as proteínas e a celulose. As temperaturas desta fase são controladas em aproximadamente 40°C e ela tem duração aproximada de 15 dias.

Na segunda fase, chamada de termófila, o material é exposto a fungos e bactérias termofílicas que são capazes de sobreviver em temperaturas entre 65°C e 70°C. A degradação das moléculas mais complexas e a alta temperatura são necessárias para auxiliar na remoção de agentes patogênicos. É a fase mais longa e pode durar até dois meses dependendo da característica do material que é compostado.

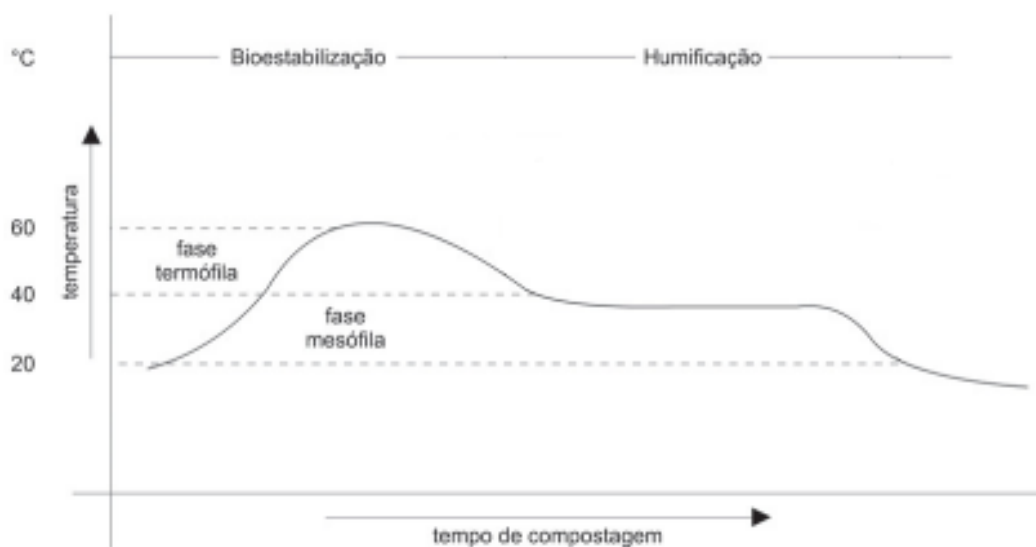
Na terceira e última fase existe diminuição da atividade microbiana juntamente com quedas gradativas de temperatura (até que se aproxime da

temperatura ambiente) e da acidez, de forma que o pH seja aumentado até aproximadamente 7,0, sendo previamente observada no composto.

A terceira fase é o período em que acontece a estabilização, produzindo um composto maturado. A maturidade do composto ocorre quando a decomposição microbiológica se completa e a matéria orgânica é transformada em composto, que é livre de toxicidade, metais pesados e compostos patogênicos. O produto que resulta desse processo de degradação recebe o nome de composto orgânico e tem como características ser um material estável, rico em substâncias húmicas que irão depender das fontes de matéria orgânica a partir das quais serão originadas, e dos nutrientes minerais, que pode ser utilizado em hortas, jardins e fins agrícolas como adubo orgânico, devolvendo a terra todos os nutrientes que necessita e privando-a do uso de fertilizantes sintéticos. (OLIVEIRA, SARTORI E GARCEZ; 2008).

Os ciclos e fases citados podem ser observados na Figura 2:

Figura 2: Fases e ciclos da compostagem.



Fonte: Adaptado de Oliveira, Sartori e Garcez (2008)

2.3 MACRO E MICRONUTRIENTES

Macronutrientes, segundo Manahan (2010), são os elementos que ocorrem em nível alto na composição da biomassa e dos fluídos vegetais. Já os micronutrientes são necessários para a atividade enzimática essencial, porém são imprescindíveis apenas quando em níveis muito baixos.

Ainda segundo Manahan, os elementos comumente conhecidos como macronutrientes são: C, H, O, N, P, K, Ca, Mg e S. Os elementos C, H e O são obtidos na atmosfera, já os outros devem ser retirados do solo. Esse processo pode levar a escassez desses nutrientes, fato que pode ser corrigido com a adição de fertilizantes ao solo. Já os micronutrientes seriam o B, Cu, Cl, Fe, Mn, Mo e Zn.

Segundo Dias (2012), os nutrientes oriundos do solo não são absorvidos na forma orgânica, ou seja, a matéria orgânica (MO) deve passar pelo processo de mineralização para então, ser consumida pela planta.

A função de cada elemento nas plantas é mostrado na Tabela 1.

Tabela 1 - As funções de cada macro e micronutrientes em plantas.

Elemento	Função
Nitrogênio	Faz parte da composição das proteínas de todas as plantas e animais, sendo essencial na constituição de compostos orgânicos.
Fósforo	É um componente no processo de fotossíntese, participando da composição da molécula de adenosina trifosfato. Além de ser parte da estrutura química de compostos essenciais ao metabolismo vegetal, tais como ácidos nucleicos e coenzimas.
Potássio	Diferente dos outros nutrientes, este elemento não forma compostos nas plantas, mas permanece livre para funcionar como ativador de diversas enzimas ligadas a fotossíntese, respiração, síntese de proteínas, etc.
Cálcio	Tem como principal função a estrutural,

	<p>uma vez que é um componente da parede celular. Além de servir como ativador de enzimas, também é importante na manutenção do equilíbrio entre alcalinidade e acidez do meio e da seiva das plantas.</p>
Magnésio	<p>Componente essencial da clorofila, além de funcionar como ativador de diversas enzimas ligadas ao metabolismo de carboidratos e síntese de ácidos nucleicos.</p>
Boro	<p>Essencial para o crescimento das células e transporte de carboidratos.</p>
Cobre	<p>Componente de enzimas, tem papel importante na fotossíntese, respiração, redução e fixação de nitrogênio.</p>
Cloro	<p>Além da participação na fotossíntese, atua na ativação de várias enzimas e no transporte de cátions dentro da planta.</p>
Ferro	<p>Age como catalisador na formação da clorofila e é essencial a síntese de proteínas.</p>
Manganês	<p>É um ativador enzimático que atua na fotossíntese e na síntese de clorofila.</p>
Molibdênio	<p>Necessário para a síntese e ativação da enzima redutora de nitrogênio. Também, é exigido para a fixação simbiótica do N pelas bactérias que vivem nas raízes das leguminosas.</p>
Zinco	<p>É considerado um ativador enzimático nas plantas.</p>

Fonte: dados obtidos de Malavolta e Romero (1975); elaborado pelos autores.

2.4 FATORES QUE INFLUENCIAM A COMPOSTAGEM

Para que a compostagem ocorra de forma correta, resultando num adubo orgânico de qualidade, alguns fatores são essenciais como a aeração, temperatura, umidade, potencial hidrogeniônico ou pH, granulometria e proporção carbono/nitrogênio (C/N) segundo Tavares [201-] citando Kiehl (1985).

O oxigênio tem vital importância para a oxidação biológica do carbono dos resíduos orgânicos, ocorrendo assim a produção de energia necessária aos microorganismos que atuam na decomposição (OLIVEIRA; SARTORI; GARCEZ, 2008). Sendo assim, a aeração, que consiste em revirar os resíduos que estão sendo compostados, é um fator importante e necessário para que haja a atividade biológica, uma vez que possibilita a decomposição da matéria orgânica de forma mais rápida (MEIRA et. al, 2003).

Segundo Nunes (2009), a aeração deve ser controlada e feita a partir do vigésimo dia ou após a 2ª ou 3ª semana de compostagem, de maneira que proporcione uma oxigenação e distribuição adequada da massa a ser compostada pois se ocorrer a fermentação em condições anaeróbicas, ou seja, sem a presença de oxigênio, ocorrerá perda de nitrogênio, odores desagradáveis e proliferação de insetos, pois a atividade microbiana anaeróbica sofrerá uma intensificação (TAVARES [201-?] citando OLIVEIRA et. al [2004]). Para pátios de compostagem maiores, o revolvimento é feito de forma mensal, no entanto, para composteiras caseiras (de menor escala) como a utilizada, é indicado que se faça o revolvimento a cada 2 ou 3 dias.

A proporção carbono (C)/nitrogênio (N) refere-se a quantidade de carbono contida em cada material em relação ao nitrogênio, em partes. Segundo Carvalho (201-), de forma geral, a melhor relação C/N é a de 30/1, por ser a proporção em que os microorganismos absorvem esses nutrientes, logo, devem existir 30 partes de carbono a cada parte de nitrogênio para que haja o equilíbrio necessário. Desse modo, irão manter-se ajustadas as funções metabólicas dos organismos presentes neste, também possibilitando que o composto final seja obtido em menos tempo, evitando mau cheiro.

Durante o processo, 20 das 30 partes de carbono são liberadas em forma de dióxido de carbono e utilizadas, sendo posteriormente utilizadas

pelos microrganismos para a obtenção de energia. As outras 10 partes, junto com o nitrogênio, são absorvidos por sua biomassa. Com isso, o composto inicia o processo com relação inicial de 30/1 e, quando atinge a maturidade, transforma-se em um produto com relação 10/1. Quando existe carência de carbono e excesso de nitrogênio, existe a possibilidade do nitrogênio ser perdido como amoníaco, causando odores desagradáveis e prejudicando a qualidade do composto.

Neste caso, a solução é simples: Terão de ser adicionados materiais ricos em carbono que fornecem energia para a compostagem e não permitem que a massa fique compacta. Podem ser usados materiais castanhos e geralmente secos, tais como: palha, capim picado, feno, papel sem adição de tinta ou quaisquer produtos químicos e palhas de jardim.

No caso contrário, onde exista um excesso de carbono para as quantidades de nitrogênio, o crescimento microbiano será limitado e o carbono não será degradado por completo, resultando na estabilização da temperatura, fazendo que o processo leve mais tempo e se perca a qualidade do composto, pois este apresentará baixos teores de matéria orgânica.

Para que essa ocasião seja revertida, deve-se usar materiais orgânicos ricos em nitrogênio que aceleram os processos dos organismos. Neste caso, devem ser utilizados materiais verdes e geralmente úmidos, como restos de comida, restos de vegetais crus, borras de café, folhas e sacos de chá, folhas verdes, restos de relva cortada e flores.

A proporção sempre deve ser mantida em três produtos ricos em carbono para um rico em nitrogênio, conforme seja observado a necessidade por meio de características como o mau cheiro, queda de produção e/ou pouca matéria orgânica.

Outro fator de importância é a temperatura do ambiente onde se realiza o processo. De maneira geral, a decomposição da matéria orgânica não faz com que ela se aqueça, isso porque o calor liberado pelo metabolismo dos microrganismos se esgota, no entanto, na compostagem de resíduos orgânicos, “o calor desenvolvido se acumula e a temperatura alcança valores elevados, podendo chegar à cerca de 80 °C” (OLIVEIRA;

SARTORI; GARCEZ, 2008). São identificadas 4 fases de temperatura durante a compostagem segundo Oliveira, Sartori e Garcez (2008) apud Bernal et al. (1998), Trautmann e Olynciw (2005):

“1ª) Fase mesofílica: é a fase em que predominam temperaturas moderadas, até cerca de 40 °C. Tem duração média de dois a cinco dias. 2ª) Fase termofílica: quando o material atinge sua temperatura máxima (> 40 °C) e é degradado mais rapidamente. Esta fase pode ter a duração de poucos dias a vários meses, de acordo com as características do material sendo compostado. 3ª) Fase de resfriamento: é marcada pela queda da temperatura para valores da temperatura ambiente. 4ª) Fase da maturação: é o período de estabilização que produz um composto maturado, altamente estabilizado e humificado, livre de toxicidade.”

O composto quando estabilizado, apresenta temperatura igual à ambiente, quebradiço quando seco, moldável quando úmido, não tem cheiro desagradável e nem atrai mosca. (CARVALHO, 201-).

A umidade também é um dos fatores essenciais durante o processo de compostagem uma vez que a água constitui cerca de 90% da estrutura dos microrganismos que participam da decomposição da matéria orgânica. Além disso, todo nutriente deve ser primeiro dissolvido em água, para então ser assimilado pelas células desses microrganismos (Oliveira, Sartori e Garcez [2008] apud Alexander [1977]). O valor ideal de umidade seria de 40% a 60%, principalmente na fase inicial, em razão de que é necessário existir um adequado suprimento de água “para promover o crescimento dos organismos biológicos envolvidos no processo e para que as reações bioquímicas ocorram adequadamente durante a compostagem” (Oliveira, Sartori e Garcez (2008) apud Merkel [1981]). Um índice abaixo pode reduzir a decomposição da matéria orgânica, “podendo ser interrompida (para valores menores que 20%)”. Já para índices superiores há a expulsão do oxigênio, produzindo maus odores e a anaerobiose, permitindo ainda, a lixiviação dos nutrientes (TAVARES, [201-?]). Assim como descrito pelos autores e literaturas, verifica-se que a maior velocidade de degradação ocorre nos teores de 40% a 60%.

O pH (potencial hidrogeniônico) é outro dos fatores que devem ser observados pois a medida que a matéria orgânica é decomposta, o meio se

acidifica, resultado da produção de ácidos (húmicos e fúlvicos) por microrganismos. Esse decréscimo de pH favorece a reprodução de fungos e bactérias responsáveis pela decomposição da celulose e outros compostos ricos em carbono. Posteriormente, com a oxidação dos ácidos, o pH do meio volta a subir até quase a neutralidade.

2.5 CARACTERÍSTICAS DOS RESÍDUOS QUE IRÃO PARA A COMPOSTAGEM

Os materiais utilizados na compostagem podem ser divididos em duas classes, a dos materiais ricos em nitrogênio e a dos materiais ricos em carbono (GARCEZ; OLIVEIRA; SARTORI, 2008). Os materiais ricos em carbono podem ser caracterizados pelos resíduos de varrição, como cascas de árvores, aparas de madeiras, folhas, galhos, podas de jardins e de árvores. Também chamados de castanhos, estes são os “que contêm maior proporção de carbono em relação ao nitrogênio (C/N superior a 30:1)”, possuem cor acastanhada, baixo teor de umidade e decomposição lenta (MEIRA et. al, 2003).

Já os materiais ricos em nitrogênio podem ser caracterizados pelos restos de alimentos com exceção de gorduras, laticínios, carnes, peixes e mariscos que, apesar de serem orgânicos, não contêm em sua constituição características favoráveis ao processo de compostagem, devendo assim, ser evitados, a gordura por oferecer a possibilidade de compactação da composteira através da liberação de “ácidos graxos de cadeia curta como o acético, o propiónico e o butírico os quais retardam a compostagem e prejudicam o composto” (OLIVEIRA; SARTORI; GARCEZ, 2008), e os demais, por poder atrair a presença de animais como moscas (MASSUKADO, 2016). Chamados também de verdes, estes possuem maior proporção de nitrogênio em relação ao carbono (C/N inferior a 30:1), alto teor de umidade e decomposição mais acelerada em relação aos castanhos (MEIRA et. al, 2003).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O processo de compostagem durou aproximadamente 2 meses e 15 dias. Durante o processo foram realizadas as análises em triplicata de monitoramento do pH, temperatura e umidade e, após o término deste período, foram realizadas as análises de carbono e potássio. As metodologias e materiais utilizados nas análises são descritas nos tópicos seguintes.

3.1 COLETA DOS RESÍDUOS

Para a produção do adubo orgânico, foram utilizados restos de alimentos provenientes da cozinha dos servidores e ainda uma quantidade de restos de alimentos produzidos nas casas dos autores deste trabalho, como também resíduos de varrição recolhidos nos pátios e jardins do Câmpus Jaraguá do Sul Centro.

A coleta dos resíduos foi realizada com o uso de dois baldes identificados, que ficaram na cantina e na sala dos servidores, entre os dias 14 e 16 de agosto. Também no dia 16 de agosto foi feito o preparo das composteiras. Já os resíduos de varrição foram coletados em alguns pontos do câmpus de forma a ter uma variedade de espécies de plantas no adubo.

Ao todo foram coletados 3,1 kg de restos de alimentos e 1,5 kg de resíduos de varrição, massa esta determinada através de um dinamômetro de 1 kg / 10 N, massa suficiente para que fosse possível realizar as análises durante e pós compostagem. Na Tabela 2 pode-se observar o planejamento de produção do adubo:

Tabela 2 - Planejamento da produção dos adubos com as proporções de componentes utilizados

Adubo	Proporção de restos de alimentos	Proporção de resíduos de varrição
--------------	-----------------------------------------	------------------------------------------

N°	Em %(m/m)	Em Kg	Em %(m/m)	Em Kg
1	30%	0,3Kg	70%	0,7Kg
2	50%	0,5Kg	50%	0,5Kg
3	70%	0,7Kg	30%	0,3Kg

Fonte: Elaborada pelo grupo

3.3 COMPOSTEIRA E PRODUÇÃO DO ADUBO

Para a composteira foram utilizados 3 galões de água de 6L, que foram adaptados com tampas cortadas e furos feitos com o auxílio de um estilete como é mostrado na Figura 3.

Figura 3 - Composteiras feitas a partir de galões de água (6L)



Fonte: Acervo pessoal, 2017.

Após a pesagem dos alimentos, uma superfície de madeira foi montada na quadra do câmpus para que a trituração e quarteamento fossem feitos. Assim, os alimentos foram despejados sobre esta superfície (parte 1 da Figura 4) e, com o auxílio de luvas, os alimentos foram sendo repartidos de forma a ficarem homogêneos no tamanho, numa dimensão entre 3-8 cm de diâmetro aproximadamente já que, segundo Oliveira, Sartori e Garcez apud Kiehl (1998), o ideal é que as partículas não sejam inferiores a 3 cm de diâmetro, pois quanto maior a superfície de contato, mais fácil é o ataque

microbiano, no entanto, pode-se aumentar os riscos de compactação e falta de oxigênio. Essa medida de dimensões de partículas foi feita a olho nu, devido a falta de um triturador com dimensões suficientes para comportar tamanha massa de resíduos.

Feito isso, os alimentos foram separados em 4 partes iguais em massa (parte 2 da Figura 4). A seguir, foram selecionadas 2 partes opostas para que os adubos fossem produzidos (parte 3 da Figura 4). Todo este processo é demonstrado na Figura 4.

Figura 4 - Processo de trituração e homogeneização (quarteamento) dos alimentos



Fonte: Acervo pessoal, 2017.

Os resíduos de varrição foram triturados com o liquidificador de modo com que ficassem da mesma dimensão dos alimentos (entre 3-8 cm de diâmetro aproximadamente). Com estes resíduos não foi feito nenhum quarteamento já que no próprio liquidificador houve uma homogeneidade destes.

Após o quarteamento e a trituração, os alimentos e resíduos de varrição foram sendo pesados em béqueres (1 L) na balança semi-analítica para que fossem adicionados nas composteiras nas determinadas proporções da Tabela 2.

Finalizadas, as composteiras com os resíduos orgânicos permaneceram no câmpus em um local com luminosidade e ao abrigo da chuva. As composteiras no início do processo são mostradas na Figura 5.

Figura 5 - Composteiras finalizadas com os resíduos orgânicos



Fonte: Acervo pessoal, 2017.

3.4 CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS

Com o auxílio do aplicativo PlantNet Identificação Planta para o sistema Android, identificou-se as espécies arbóreas utilizadas, sendo que os nomes encontrados foram comparados com as informações de Lorenzi (1992) e Rizzini (2000) para garantir a veracidade da identificação. Com isso, as folhas utilizadas para a produção do adubo são provenientes das seguintes árvores:

Nome popular	Nome científico
Araribá	<i>Centrolobium tomentosum</i>
Canela Amarela	<i>Nectandra lanceolata</i>
Licurana	<i>Hyeronima alchorneoides</i>
Ipê roxo	<i>Tabebuia impetiginosa</i>

3.5 ANÁLISES DURANTE A COMPOSTAGEM

Durante o processo de compostagem, semanalmente, foram feitas as análises de umidade, pH e temperatura, no laboratório do câmpus. Os próximos tópicos apresentam os materiais e métodos utilizados durante a maturação do composto.

3.5.1 TEMPERATURA

A determinação da temperatura foi realizada inserindo-se um termômetro digital do tipo vareta na composteira, como mostrado na Figura 6.

Figura 6 - Determinação da temperatura através do termômetro digital



Fonte: Acervo pessoal, 2017.

3.5.2 UMIDADE

Para a análise de umidade, inicialmente nove cadinhos de porcelana foram identificados e pesados na balança analítica para que se realizassem os testes necessários em triplicata, recebendo números de um a nove, sendo dispostos em trios numa forma de alumínio. O primeiro trio corresponde as amostra do adubo 1; o segundo, as amostras do adubo 2; e o terceiro trio, as amostras do terceiro adubo.

Com os cadinhos devidamente identificados, estes receberam pequenas porções do material em compostagem (Figura 7), provenientes de regiões variadas do adubo, e então foram novamente pesados.

Figura 7 - Cadinhos identificados com porções do composto



Fonte: Acervo pessoal, 2017.

Após a pesagem do material, os cadinhos foram levados à estufa a 65 °C por uma noite. Esse período de tempo foi escolhido porque a secagem até constância de massa demandava um tempo consideravelmente alto (cerca de 3 a 4 horas) o que impossibilitava a sua realização em apenas um dia.

Com o material já seco, este era novamente pesado e os dados referentes às massas foram utilizados na fórmula:

$$W = \frac{M1-M2}{M2-M3} \times 100. \text{ Onde:}$$

W é umidade em porcentagem;

M1 é a massa úmida mais a massa do cadinho em gramas;

M2 é a massa seca mais a massa do cadinho em gramas;

M3 é a massa do cadinho em gramas;

Baseado na porcentagem de água no adubo, calculou-se a massa de água necessária a ser adicionada para que a umidade ficasse em 50%, valor médio entre 40% e 60%. Quando a umidade se encontrava acima do recomendado, o material era revirado com o auxílio de uma colher.

3.5.3 POTENCIAL HIDROGENIÔNICO

Para a análise de pH, inicialmente as amostras secas, provenientes da análise de umidade, eram moídas com o auxílio de almofariz e pistilo e passadas em peneira com malha de 850 μm como mostra a Figura 8.

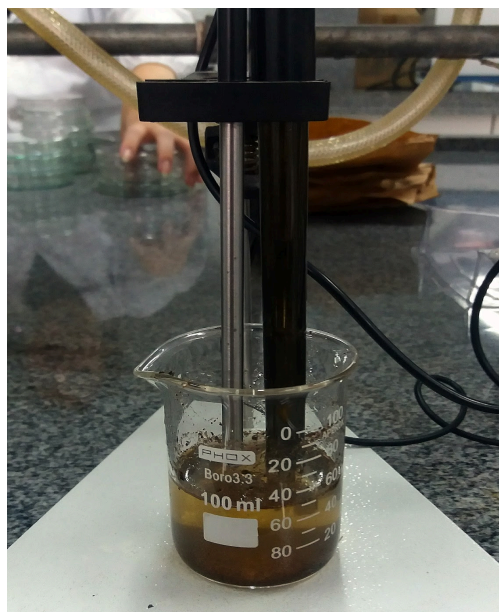
Figura 8 - Almofariz e pistilo com peneira malha de 850 μm utilizadas



Fonte: Acervo pessoal, 2017.

Com o material já triturado e peneirado, este era colocado em béqueres já pesados e identificados da mesma forma que os cadinhos, cada béquer recebia 50 mL de solução de KCL 1 mol.L⁻¹. Esta mistura era deixada em repouso por uma hora e procedia-se a leitura em pHmetro calibrado com solução tampão 4 e 7 em temperatura ambiente como mostra a Figura 9.

Figura 9 - Leitura em pHmetro das misturas do solo em solução de KCL



Fonte: Acervo pessoal, 2017.

Materiais:

Medidor de pH, cadinhos de porcelana, forma de alumínio, becker de 250mL, proveta de 100 mL, termômetro do tipo vareta, estufa da marca Brasdonto, balança analítica da marca Schmadzu modelo AUX-220.

Reagentes:

Cloreto de potássio (Dinâmica), utilizado como recebido.

3.6 PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS

A preparação das amostras para as análises de carbono e potássio foram realizadas de modo semelhante aquelas utilizadas na determinação do pH, ou seja, as amostras foram secas em estufa a 65 °C por uma noite e depois trituradas, dessa vez com o auxílio de um triturador.

3.7 ANÁLISE DE CARBONO

A determinação do carbono total presente no composto baseou-se no método da mufla proposto por Carmo e Silva (2012).

Para esta análise foi pesado aproximadamente 1 g de adubo em cadinhos e estes foram levados à mufla a uma temperatura de 550 °C por 3 horas. Os dados foram então aplicados na fórmula:

$$C\% = \frac{P_{inicial} - P_{final}}{P_{inicial}} \times 100.$$

3.8 ANÁLISE DE POTÁSSIO

A determinação de potássio seguiu a metodologia proposta por Primavesi et al. (2005) adaptada.

Nesta análise inicialmente pesou-se 5 g de adubo em erlenmeyers de 100 mL e a estes foram adicionados 50 mL de solução extratora Mehlich 1 (H_2SO_4 a $0,0125 \text{ mol.L}^{-1}$ e HCl a $0,05 \text{ mol.L}^{-1}$). Essa mistura foi deixada para decantar por uma noite. Após esse período, filtrou-se a mistura por meio de uma filtração simples e uma alíquota foi retirada para que pudesse ser feita uma diluição de 20x. As soluções foram então levadas ao fotômetro de chama ANALYSER 910 MS para a quantificação, sendo que este havia sido calibrado com solução padrão contendo 100 ppm de K^+ .

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com os resultados obtidos, foram feitas as discussões para verificar como se deu o processo de compostagem e quais foram as características principais do composto. Assim, foi possível corroborar ou refutar as hipóteses levantadas no projeto, e, principalmente, chegar a resposta da questão problema: “Quais as propriedades do adubo produzido a partir de resíduos orgânicos e resíduos de varrição gerados no IFSC Câmpus Jaraguá do Sul?”.

4.1 APARÊNCIA E MATURAÇÃO DOS COMPOSTOS

Como é possível se observar na Figura 9, a coloração da matéria orgânica ficou mais escura em todos os três adubos, com tons de marrom, cinza escuro e preto, após o tempo previamente definido para a maturação do composto. A coloração escura é um indicativo de maturação, no entanto, há outros fatores e análises que devem ser feitas para a comprovação da maturação desse (OLIVEIRA; SARTORI; GARCEZ, 2008).

Figura 9 - Aparência do composto inicial (esquerda) e final (direita)



Fonte: Acervo pessoal, 2017.

Outra análise feita foi a utilização do Teste das Mãos, onde uma quantidade do composto é pega com as próprias mãos para ser observado o quanto a palma da mão fica recoberta por uma espécie de manteiga cada vez mais escura, ou seja, quanto mais amanteigada e escura, maior é a maturação do composto (SILVA, [201-]). Quando feito o teste, observou-se nos três adubos que parte da amostra ficou na mão deixando manchas como de café como mostra a Figura 10, o que indica um composto semicurado segundo Silva (201-).

Figura 10 - Teste das mãos



Fonte: Acervo pessoal, 2017.

Ainda segundo Oliveira, Sartori e Garcez (2008), o composto deveria apresentar cheiro de bolor quando maturado, cheiro não evidenciado durante o último dia de compostagem.

Outro teste realizado foi a mistura de uma porção do adubo com água. “O líquido, após misturado, torna-se escuro como se fosse uma tinta preta com partículas em suspensão, mostrando que o composto está curado, pronto para uso (201-)”. Contudo, o líquido das três misturas feitas com os três adubos mostrou-se de tom intermediário entre o transparente e escuro como já descrito, com partículas depositadas no fundo, demonstrando mais uma vez a não maturação do composto no tempo previsto, como demonstrado na Figura 11.

Figura 11 - Mistura da porção de adubo com água



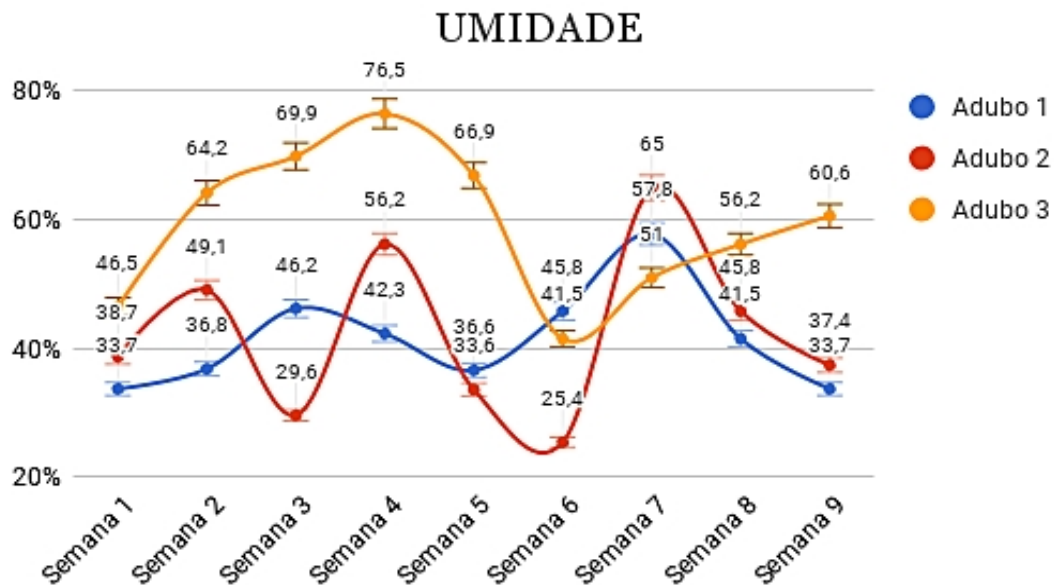
Fonte: Acervo pessoal, 2017.

Diversos autores citam variados tempos de compostagem, variando entre 2 a 6 meses, isso porque muitos fatores influenciam na qualidade do adubo final e tempo de compostagem, fatores estes que influenciaram na maturação e qualidade do composto no período de 2 meses e 15 dias utilizados, e que serão discutidos nos tópicos a seguir.

4.2 UMIDADE

A análise do teor de umidade presente nos adubos foi medida durante nove semanas, como expressa o Gráfico 1.

Gráfico 1 - Comparação dos teores de umidade em porcentagem entre os adubos



Fonte: Elaborado pelo grupo

Comparando os resultados dessa análise, pode-se constatar que em média, o adubo 1, com maior porcentagem de folhas, foi o que demonstrou os melhores resultados de umidade (valores dentro da faixa recomendada). Isso pode ser devido a proporção usada que foi a mais próxima da recomendada para o processo de compostagem, ou seja, de 30 partes de carbono para 10 partes de nitrogênio na fase inicial, isso porque os microorganismos presentes durante a compostagem absorvem o C e o N nessa proporção (GARCEZ; OLIVEIRA; SARTORI, 2008).

Já o adubo 3, com maior quantidade de alimentos, foi o que apresentou um maior teor de umidade durante a maior parte do período de compostagem, sendo que esta se manteve ligeiramente acima da recomendada em algumas semanas. Isso possivelmente se deve a quantidade de alimentos usada na proporção, pois são eles que possuem a maior parcela de água em comparação às folhas. Como a relação C/N desse adubo é mais baixa, a falta de nitrogênio inibe a reprodução celular dos microorganismos, enquanto seu excesso leva à volatilização em forma de amônia (SILVA, 2009 p.47). Citando Garcez, Oliveira e Sartori (2008),

perdendo o nitrogênio na forma amoniacal, acaba-se prejudicando a qualidade do composto.

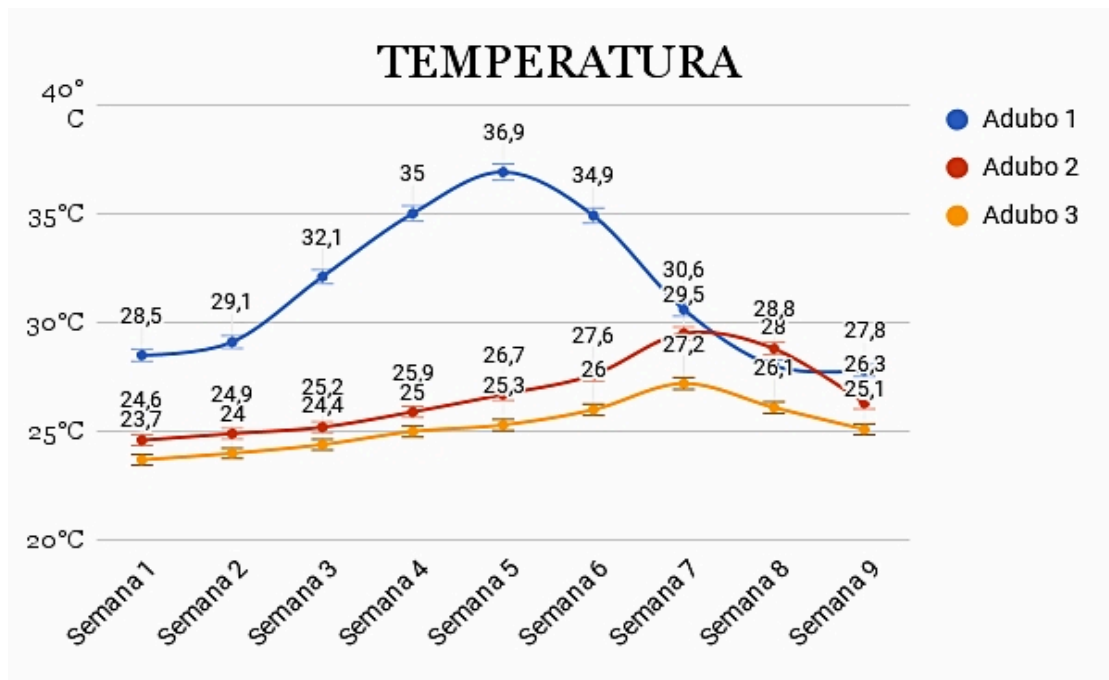
O adubo 2, de proporções iguais entre restos de alimentos e resíduos de varrição apresentou grandes variações dos teores de umidade de uma semana para outra. Isso demonstra que, principalmente para este adubo, um controle de maior periodicidade seria necessário para garantir a permanência do teor de umidade na faixa indicada. Por decorrência de sua umidade abaixo da ideal em cinco das nove semanas, este pode ter sofrido inibição de sua atividade microbiológica assim como diminuição da velocidade de biodegradação, consequências apontadas por Silva (2009) apud Fernandes e Silva (1999), para a umidade abaixo do teor ideal.

4.3 TEMPERATURA

A temperatura é um dos fatores mais importantes do processo de compostagem, já que, segundo Embrapa (2014), ela é o indicativo de que os microrganismos estão degradando o material. Segundo Garcez, Oliveira e Sartori (2008), a temperatura pode chegar a valores próximos de 80 °C. Mas deve-se levar em consideração que estas elevadas temperaturas ocorrem em compostagens com grandes massas, pois fazem com que o calor se acumule muito mais.

Os dados referentes a temperatura observada durante 9 semanas nos adubos produzidos está expresso no Gráfico 2.

Gráfico 2 - Comparação das temperaturas durante o processo de compostagem entre os adubos



Fonte: Elaborado pelo grupo

Com o gráfico é possível notar que nenhum dos três adubos apresentou temperaturas muito elevadas, não passando de 36,9 °C. Deve-se levar em conta que foi realizada uma compostagem caseira, com pequenas massas, o que pôde influenciar no número de microorganismos atuantes durante o processo, o que conseqüentemente acarreta em uma menor taxa de temperatura.

Nota-se que, em geral, o adubo 1 foi o que apresentou temperaturas mais “esperadas” pela fundamentação, tendo seu maior valor na semana 5. A umidade pode ter sido essencial para esses valores já que o adubo 1 foi o que mais se apresentou na faixa ideal de umidade e, portanto, conseguiu promover o crescimento de organismos em uma faixa suficientemente alta para ter como consequência a elevação da sua temperatura. (GARCEZ; OLIVEIRA; SARTORI, 2008).

Já os demais adubos não apresentaram diferenças significativas de temperatura entre si, ou seja, permaneceram à temperatura ambiente durante a maior parte do processo, sendo que o adubo 3 teve a menor temperatura em comparação ao 2. Isso pode ser explicado pelo excesso de umidade

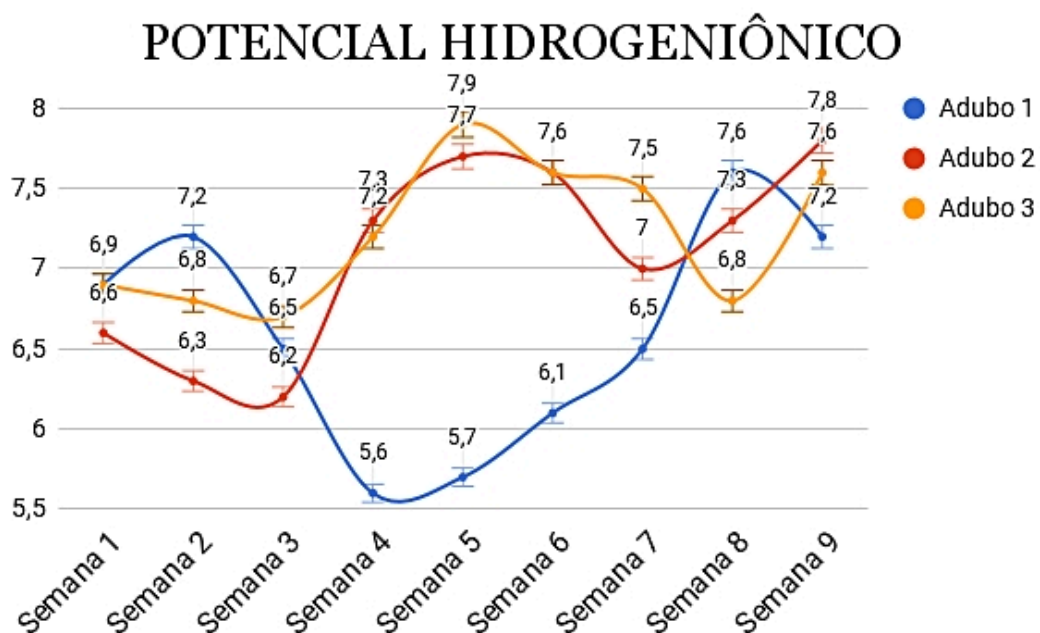
presente neste, já que segundo Silva (201-), “teores elevados de água na composteira dificultam a circulação de água”, ocorrendo assim a aglutinação de partículas que diminuem a resistência estrutural dentro da composteira reduzindo demasiadamente a propagação de oxigênio (GARCEZ; OLIVEIRA; SARTORI, 2008).

4.4 POTENCIAL HIDROGENIÔNICO

Como cita Silva (2009), a reação de matéria orgânica é comumente ácida, sendo assim, ao iniciar-se a decomposição na composteira ocorre a formação de ácidos orgânicos que reagem com bases liberadas pela matéria orgânica gerando compostos de reação alcalina. Como consequência, o pH em teoria deve ficar ácido nos primeiros dias passando a se elevar até chegar a neutralidade e depois até o pH 8.

Os dados obtidos em relação ao pH monitorado nos adubos durante as 9 semanas é expresso no Gráfico 3.

Gráfico 3 - Comparação do potencial hidrogeniônico durante o processo de compostagem entre os adubos



Fonte: Elaborado pelo grupo

Comparando os três adubos, os adubos 2 e 3 tiveram períodos de decréscimo e elevação dentro da mesma faixa de tempo aproximadamente, sendo que os dois tiveram um duplo decréscimo e elevação do pH, além de não terem alcançado um pH muito ácido (na faixa de 5), fato que pode ser explicado pela proporção usada que pode causar essa instabilidade, pois com uma relação C/N mais baixa, há uma menor atuação de microorganismos responsáveis pela produção dos ácidos.

O que obteve o meio mais ácido durante o processo foi o adubo 1, chegando a ter um pH de 5,6 na semana 4. Segundo Garcez, Oliveira e Sartori (2008) apud Jimenez e Garcia (1991), o decréscimo do pH a valores de aproximadamente 5 deveriam acontecer nas primeiras horas passando a se elevar posteriormente. No entanto, isso aconteceu após cerca de 3/4 semanas. Mas deve-se fazer a mesma observação feita na análise de temperatura, pois o fato deste pH alcançar esse valor nas primeiras horas é geralmente observado em grande massas, diferentemente da situação em estudo.

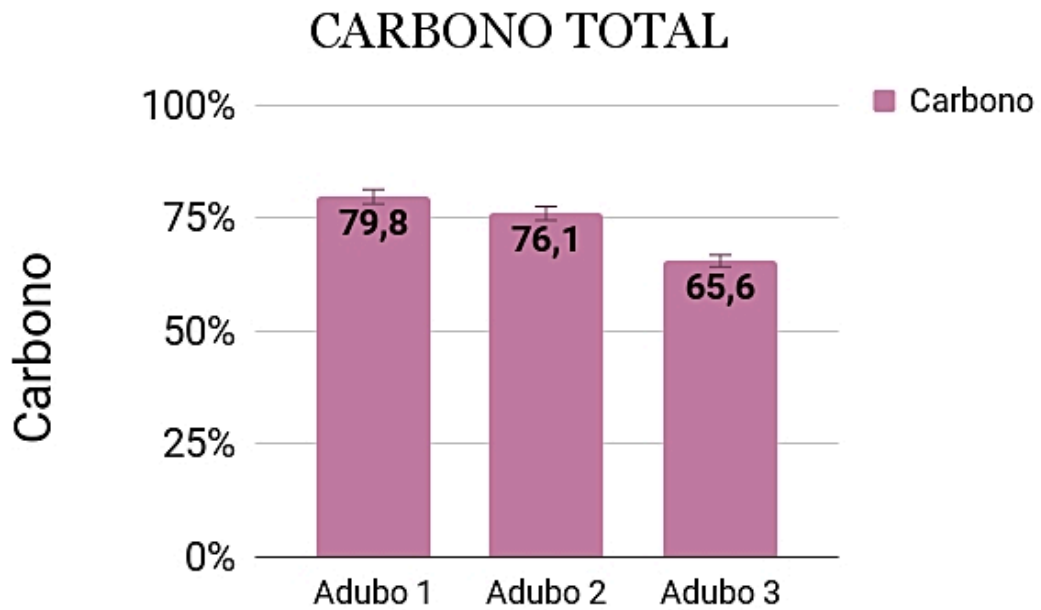
De forma geral, todos os adubos apresentaram a fase do meio acidificado passando para um meio mais neutro entre pH 7 e 8, sendo que o adubo 1 pode ter sido o mais efetivo por ter alcançado valores próximos de 5 no período de acidificação.

4.5 MACRONUTRIENTES

4.5.1 CARBONO

Os dados obtidos pela análise de carbono podem ser observados no Gráfico 4.

Gráfico 4 - Comparação da porcentagem de carbono total entre os adubos

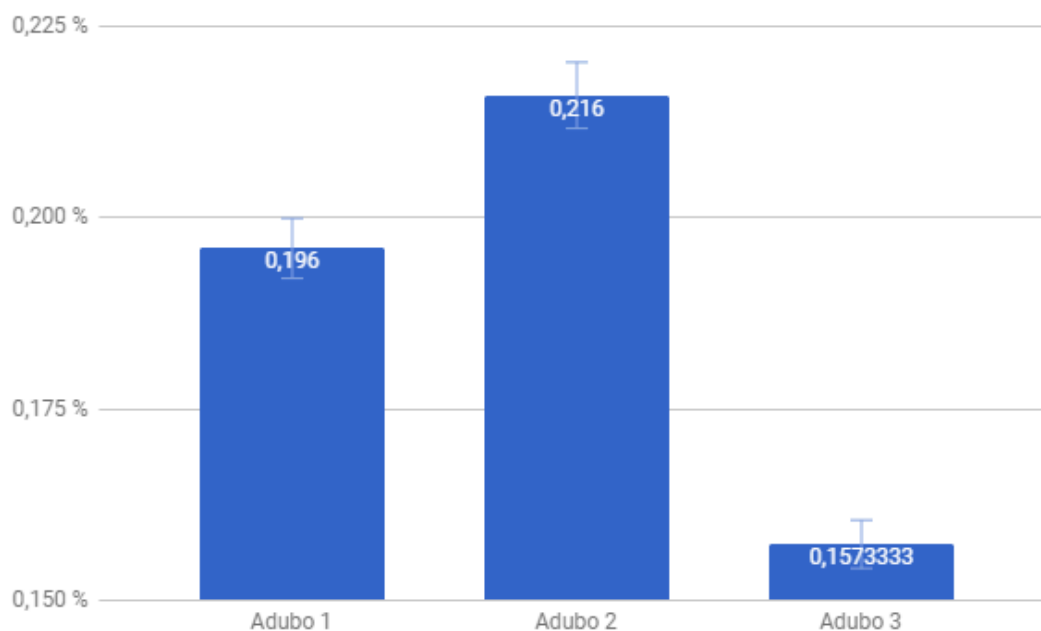


Com esses resultados é possível observar que o adubo com maiores quantidades de resíduos de varrição é o que apresenta uma maior quantidade de carbono total, o que já era esperado uma vez que esse tipo de resíduo (folhas, galhos, restos de poda, etc) é o que apresenta uma maior relação C/N em relação aos restos de alimentos (COOPER, 2010).

4.5.2 POTÁSSIO

As concentrações de potássio nos adubos são expressas no Gráfico 5.

Gráfico 5 - Concentração de potássio em % (m/m)



Pelos dados apresentados temos que as concentrações são maiores nos adubos 2 e 3 do que no adubo 1. Isso pode ser consequência da maior quantidade de restos de alimentos presentes nestes adubos, resíduos que teriam uma maior quantidade desse elemento em sua composição em relação aos resíduos de varrição (KLOCK; ANDRADE, 2013).

Agora, em relação ao adubo encontrado no mercado, temos que os valores dos adubos produzidos são muito mais baixos, uma vez que o adubo comparado apresenta 1% de potássio, segundo o seu rótulo.

5 CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sendo o objetivo geral do projeto a produção de adubo a partir da compostagem de resíduos orgânicos e resíduos de varrição gerados no IFSC Câmpus Jaraguá do Sul - Centro e análise de suas propriedades físico-químicas, pode-se dizer que este foi parcialmente alcançado, uma vez que o adubo foi produzido, porém, com a falta de equipamentos e de um maior tempo para a pesquisa, não foi possível realizar todas as análises inicialmente planejadas, ficando estas restritas apenas às análises de carbono e potássio.

Quanto a primeira hipótese, a de que seria possível produzir adubo a partir dos resíduos orgânicos e de varrição encontrados no IFSC Câmpus Jaraguá do Sul - Centro, esta também foi parcialmente corroborada, visto que a maior parte dos restos de alimentos não vieram diretamente do Câmpus, diferentemente dos resíduos de varrição, provenientes exclusivamente do Câmpus.

Sobre a hipótese de que seria possível analisar nos laboratórios do IFSC as propriedades físico-químicas dos adubos produzidos, pode-se dizer que ela foi parcialmente corroborada, já que algumas análises não foram possíveis pela falta de equipamentos no laboratório.

Acerca da suposição feita que o adubo produzido com a maior proporção de resíduos de varrição teria a maior concentração de nitrogênio e carbono, pode-se parcialmente corroborá-la, visto que a maior porcentagem de carbono total encontrada (79,8%) foi no adubo 1 (com maior quantidade de resíduos de varrição). No entanto, a análise do nitrogênio não foi completa pela falta de um bloco digestor no laboratório do câmpus e o grupo não encontrou metodologias alternativas que não dependessem do bloco para a análise, sendo assim, sobre o nitrogênio, não pode ser feita uma confirmação ou refutação.

A partir da hipótese de que os adubos produzidos teriam quantidades discrepantes de macro e micronutrientes, pode-se dizer que esta foi parcialmente corroborada visto que nem todos os nutrientes previstos foram analisados. Já para os macronutrientes analisados, a hipótese se confirma, porque os adubos apresentaram diferenças nas concentrações de carbono e potássio.

A partir do trabalho pode-se verificar que sim, é possível produzir adubo a partir dos resíduos orgânicos do IFSC. O que descarte dos resíduos orgânicos, muitas vezes indevido, pode ser corrigido com a produção de um composto em uma simples composteira, que poderia ser alocada em diversos locais do Câmpus e que, depois de pronto, pode ser utilizado nos jardins e hortas do próprio Câmpus.

Com este projeto pode ser verificado também uma vantagem econômica, visto que são utilizados resíduos do próprio Câmpus para a compostagem, a mesma ainda pode ser feita em pátios ou no próprio solo. Há ainda as vantagens ao meio ambiente como já dito em fundamentação como a possibilidade de recuperação da matéria-prima, além de que na decomposição ocorre somente a formação de CO_2 , H_2O e biomassa (húmus), e a presença do oxigênio (método aeróbico) não permite a formação de gás metano (CH_4) que é 23x mais agressivo que o gás carbônico em termos de aquecimento global (MMA, 201-).

Visando uma continuidade no trabalho e para torná-lo completo, estuda-se a possibilidade de serem realizadas as análises que não puderam ser feitas, mesmo que o prazo da entrega final já esteja extrapolado.

REFERÊNCIAS

ALEXANDER, M. 1977. **Introduction to soil microbiology**. 2 ed. New York, John Wiley & Sons, 467 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004: Resíduos Sólidos - Classificação**. 2 ed. Rio de Janeiro: Abnt, 2004. Disponível em: <<http://www.unaerp.br/documentos/2234-abnt-nbr-10004/file>>. Acesso em: 26 nov. 2017.

BENTO, Ana Laura et al. **Sistema de Gestão Ambiental para resíduos sólidos orgânicos**. Alfenas: Unifal, 2013. 19 p. Disponível em: <http://www.unifal-mg.edu.br/sustentabilidade/sites/default/files/anexos/Resíduos_sólidos_orgânicos_relatório_0.pdf>. Acesso em: 26 de novembro de 2017.

BERNAL, M. P.; SÁNCHEZ–MONEDERO, M. A.; PAREDES, C.; ROIG, A. **Carbon mineralization from organic wastes at different composting stages during their incubation with soil**. Agriculture Ecosystems & Environment, v. 69, p. 175-189, 1998.

BRASIL. Regulamento nº 12.305/2010, de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; Altera a Lei no 9.605, de 12 de Fevereiro de 1998; e Dá Outras Providências..** Brasília, 2 ago. 2010. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636>>. Acesso em: 26 nov. 2017.

CAMPOS, Rubya Vieira de Melo. **O estado da arte:: aproveitamento de resíduos orgânicos para desenvolvimento de novos produtos**. In: ENCONTRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO AGROINDUSTRIAL, 4., 2010, Campo Mourão. Disponível em: <http://www.fecilcam.br/anais/iv_eepa/data/uploads/9-engenharia-da-sustentabilidade/9-10-com-autores.pdf>. Acesso em: 26 nov. 2017.

CARMO, Davi Lopes do; SILVA, Carlos Alberto. **Métodos de quantificação de carbono e matéria orgânica em resíduos orgânicos**. Rev. Bras. Ciênc. Solo, Viçosa , v. 36, n. 4, p. 1211-1220, Aug. 2012 . Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832012000400015&lng=en&nrm=iso>. access on 20 Nov. 2017.

DIAS, Joyce Soares (Ed.). **Nutrientes**: Do que as plantas precisam?.

Unifertil,
[s.l.], v. 02, n. 002, p.1-10, out. 2012. Trimestral. Disponível em:
<<http://www.unifertil.com.br/admin/files/rc20121011151121.pdf>>. Acesso em:
26 nov. 2017.

Dornelle, M. S. et al. **Reciclagem de resíduos orgânicos**: uso de
compostagem e vermicompostagem na agricultura.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Brasil coleta 183,5
mil toneladas de resíduos sólidos/ dia**. Publicado em: 26/04/2012.

Disponível em:

<http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=13932>. Acessado em: 26/11/2017.

FERNANDES, F.; SILVA, S. M. C. P. da. **Manual prático para a
compostagem de biossólidos**. Rio de Janeiro: ABES, 1999.

JIMÉNEZ, E. I e GARCÍA, V. P. **Instituto de Productos Naturales y
Agrobiología de Canarias CSIC**, Avda. Francisco Sanchez 3, 38206 La
Laguna, Tenerife, Canary Islands, Spain. Accepted 4 July 1991. Available
online 24 June 2003.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. São Paulo: Ceres, 1985.

KIEHL, E. J. **Manual de Compostagem**: maturação e qualidade do
composto. Piracicaba,;E. J. Kiehl, 1998.

KLOCK, Umberto; ANDRADE, Alan Sulato de. **Química da Madeira**. 4. ed.
Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2013. 87 p. Disponível em:
<<http://www.madeira.ufpr.br/disciplinasklock/quimicadamadeira/Quimica da Madeira 2013.pdf>>. Acesso em: 26 nov. 2017.

LORENZI, Harri. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de
plantas arbóreas nativas do Brasil. 1. ed. Nova Odessa, SP: Plantarum, 1992.
352 p.: il.; col.

MALAVOLTA, E.; ROMERO, J. Peres (Ed.). Manual de adubação. 2. ed. São
Paulo: Associação Nacional Para Difusão de Adubos, 1975. 346 p.

MANAHAN, Stanley E. **Química Ambiental**. Tradução: Wilson de Figueiredo Jardim. Editora Bookman. 9ª Edição, 2013. 944p.

MANO, Eloisa Biassoto; PACHECO, Élen B. A. V.; BONELLI, Cláudia M. C.. **Meio ambiente, poluição e reciclagem**. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 2005. 182 p.

MARQUES, Rosângela Francisca de Paula Vitor. **Impactos ambientais da disposição de resíduos sólidos urbanos no solo e na água superficial em três municípios de Minas Gerais**. 2011. 91 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011. Disponível em: <<http://repositorio.ufla.br/jspui/handle/1/3047>>. Acesso em: 26 nov. 2017.

MASSUKADO, Luciana Miyoko. **Compostagem: nada se cria, nada se perde; tudo se transforma**. Brasília: Editora IFB, 2016.

MEIRA, A. M.; CAZZONATTO, A. C.; SOARES, C. A. **Manual básico de compostagem** - série: conhecendo os resíduos. Piracicaba, USP Recicla, 2003. 22p. Disponível em: <https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwj3uN2HsNzXAhVHiJAKHazAAicQFggnMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.projetosustentabilidade.sc.usp.br%2Findex.php%2Fcontent%2Fdownload%2F3253%2F35409%2Ffile%2FApostila%2520Compostagem%2520AMPLIADA_d2012.pdf&usq=AOvVaw1Ms9i7K7f9d0EJjb593DYQ> Acesso em: 26 nov. 2017.

MERCKEL, A. J. **Managing livestock wastes**. Westport: Avi Publishing Company, 1981.

Ministério do Meio Ambiente. **Compostagem**, 201-?. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/secex_consumo/_arquivos/compostagem.pdf>. Acesso em: 26 de novembro de 2017.

MONTEIRO [et al.], José Henrique Penido. **Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro: IBAM, 2001. 208 p.

NUNES, Maria Urbana Corrêa. **Compostagem de resíduos para produção de**

adubo orgânico na pequena propriedade. **Circular Técnica**, Aracaju, v. 59, p.2-5, dez. 2009. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/tabuleiros-costeiros/busca-de-publicacoes/-/publicacao/877834/compostagem-de-residuos-para-producao-de-adubo-organico-na-pequena-propriedade>>. Acesso em: 26 nov. 2017.

OLIVEIRA, Emídio Cantídio Almeida de; SARTORI, Raul Henrique; GARCEZ, Tiago B. **Compostagem**. 2008. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Compostagem_000fhc8nfqz02wyiv80efhb2adn37yaw.pdf>. Acesso em: 26 nov. 2017.

POLETO, Cristiano; BRESSIANI, Lúcia. **Resíduos Sólidos**. Uberaba: Editora da Universidade Federal do Triângulo Mineiro, 2013.

RIZZINI, Carlos Toledo. **Árvores e madeiras uteis do Brasil**: manual de dendrologia brasileira. 2. ed. São Paulo, SP: Edgar Blucher, 2000. 296 p.

SILVA, João Luciano Rodrigues da. **Compostagem**. [s.l]: [201-]. 95 slides, color. Disponível em: <<http://www.esalq.usp.br/cprural/upimg/evento/arq/22.pdf>>. Acesso em: 26 nov. 2017.

SILVA, Leila Maria Sotocorno e. **Compostagem de resíduos sólidos urbanos em locais contemplados com coleta seletiva**: Influência da triagem e da frequência de revolvimento. Publicado em: 2009. Disponível em: <<http://www.uel.br/pos/enges/portal/pages/arquivos/dissertacao/54.pdf>>. Acessado em: 14 nov. de 2017.

TAVARES, Guilherme Farias. **Fatores que influenciam o processo de compostagem**. Publicado em: 201-. Disponível em: <http://agriculturaurbana.org.br/boas_praticas/textos_compostagem/fatores_que_influenciam_compostagem.pdf>. Acessado em: 26 nov. de 2017.

TRAUTMANN, N.; OLYNCIW, E. **Compost Microorganisms**. In: CORNELL Composting, Science & Engineering.