

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 E RESÍDUOS DE VARRIÇÃO**

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 E RESÍDUOS DE VARRIÇÃO**

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

Orientador: Juliano Maritan Amâncio
Coordenador da Fase: Aline Krelling

JARAGUÁ DO SUL

2017

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Representação geral do processo de compostagem.....	11
Figura 2: Fases e ciclos da compostagem.....	12
Figura 3: Diagrama do processo de quarteamento de resíduos sólidos.....	19

SUMÁRIO

1 TEMA.....	4
3 PROBLEMA.....	4
4 HIPÓTESES.....	4
5 OBJETIVOS.....	4
5.1 OBJETIVO GERAL.....	4
5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
6 JUSTIFICATIVA.....	5
7 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	6
7.1 RESÍDUOS.....	6
7.1.1 CLASSIFICAÇÃO.....	7
7.1.2 GERENCIAMENTO ADEQUADO PARA OS RESÍDUO ORGÂNICOS.....	7
7.2 ADUBO E COMPOSTAGEM.....	8
7.2.1 MÉTODO AERÓBICO.....	10
7.3 MACRO E MICRONUTRIENTES.....	11
7.4 FATORES QUE INFLUENCIAM A COMPOSTAGEM.....	14
7.5 CARACTERÍSTICAS DOS RESÍDUOS QUE IRÃO PARA A COMPOSTAGEM.....	17
8 METODOLOGIA.....	18
8.1 PLANEJAMENTO E COLETA DOS RESÍDUOS UTILIZADOS.....	18
8.2 TEMPO DE COMPOSTAGEM E PREPARO DA COMPOSTEIRA.....	19
8.3 ANÁLISES.....	20
8.3.1 ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO DE COMPOSTAGEM.....	20
8.3.1.1 UMIDADE.....	20
8.3.1.2 TEMPERATURA.....	21
8.3.1.3 POTENCIAL HIDROGENIÔNICO.....	21
8.3 ANÁLISES DE MACRONUTRIENTES.....	21
8.4 ANÁLISE DOS MICRONUTRIENTES.....	24
9 CRONOGRAMA.....	24
REFERÊNCIAS.....	24

1 TEMA

Produção e análise de adubos gerados a partir de resíduos orgânicos e resíduos de varrição.

2 DELIMITAÇÃO DO TEMA

Produção de adubos com proporções diferentes entre restos de alimentos gerados no IFSC Câmpus Jaraguá do Sul e resíduos de varrição, com controle do pH, da temperatura e da umidade, com posterior determinação de seus macronutrientes (C, N, P, K, Ca, Mg e S) e micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn e Zn).

3 PROBLEMA

Quais as propriedades do adubo produzido a partir de resíduos orgânicos e resíduos de varrição gerados no IFSC Câmpus Jaraguá do Sul?

4 HIPÓTESES

- É possível produzir adubo a partir dos resíduos orgânicos e de varrição 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.

5 OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GERAL

Produzir adubo a partir da compostagem de resíduos orgânicos e resíduos de varrição gerados no IFSC Câmpus Jaraguá do Sul - Centro e analisar suas propriedades físico-químicas.

5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Compreender, a partir da revisão bibliográfica, a produção e as propriedades físico-químicas de adubos orgânicos.
- Obter e caracterizar os resíduos orgânicos e resíduos de varrição 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.

6 JUSTIFICATIVA

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 quais buscaremos produzir o adubo.

A geração residual no IFSC câmpus Jaraguá do Sul é diária, uma vez que acontece por todos que utilizam o mesmo. Desde os servidores e docentes, até os alunos, todos contribuem ativamente na produção de resíduo, gerando um grande volume e massa do mesmo.

Sendo assim, todos os resíduos orgânicos gerados diariamente, provenientes da cantina e da cozinha dos servidores, são separados, 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 destes pode ocasionar uma sequência de problemas ambientais, como a proliferação de animais, onde existe o risco de doenças a população, também o mal cheiro e poluição visual, além de que a decomposição desses materiais orgânicos liberam gases inflamáveis e o chorume, que pode ser bastante solúvel, dependendo de sua matéria orgânica, pode circular facilmente no solo contaminando os lençóis freáticos devido à elevada toxicidade das substâncias nele presente, como metais pesados, sólidos suspensos, fosfatos e nitratos (MARKETING, 2015).

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

7 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

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

7.1 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 criando-se

um ambiente propício para o desenvolvimento de microorganismos que, em muitos casos, podem ser causadores de doenças (BENTO et al., 2013).

7.1.1 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 e 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.

7.1.2 GERENCIAMENTO ADEQUADO PARA OS RESÍDUO ORGÂNICOS

Como resíduo orgânico, se define todo e qualquer rejeito proveniente de origem animal ou vegetal. Segundo o Ministério do Meio Ambiente (2010), 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. Ainda segundo Campos et. al (2010), além dos problemas causados ao meio ambiente, o descarte indevido desses resíduos representa muitas vezes no desperdício de uma matéria-prima que poderia ser aproveitada.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12.305/10) foi criada em prol de diminuir o 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 se alcance os objetivos previamente visados, esses planos devem seguir algumas medidas pré impostas, 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 caso possível 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), fazendo referência a 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”.

7.2 ADUBO E COMPOSTAGEM

O Ministério do Meio Ambiente (2010) 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. Ocorre também durante a compostagem 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

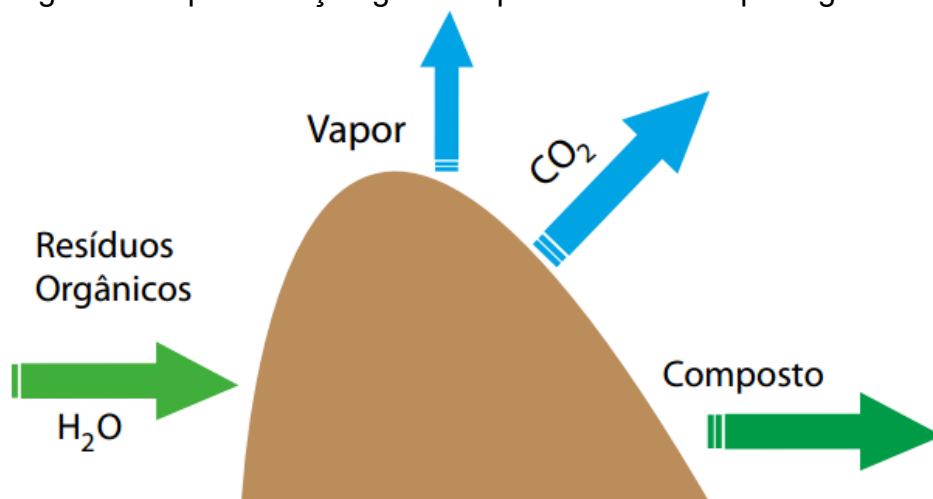
forma, nada mais é que o conjunto dos resíduos vegetais e animais que vieram a se tornar os produtos da compostagem.

Segundo Oliveira (2004), a compostagem é uma decomposição “acelerada” dos resíduos orgânicos que é feita por microorganismos. 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 de matéria orgânica por meio de processos bioquímicos conduzidos pela ação controlada de microorganismos. Segundo Campos (2010) et. al citando 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, aeróbia e anaeróbia. 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 (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).

7.2.1 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 metabolizarão 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.

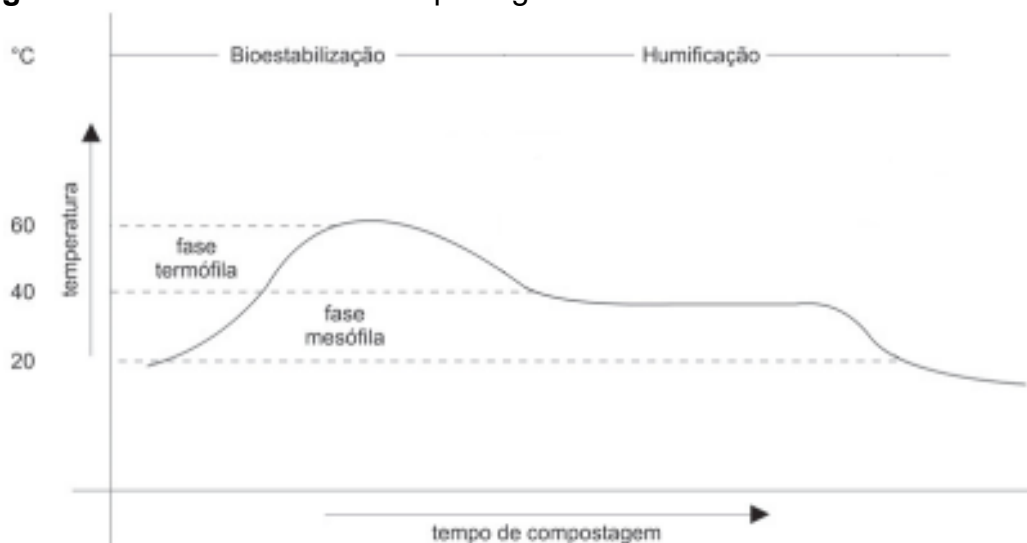
Na segunda fase, chamada de termófila, o material é exposto a fungos e bactérias termofílicos que são capazes de sobreviver em temperaturas entre 65°C e 70°C. A degradação das moléculas mais complexas e a alta temperatura são necessárias para auxiliar na remoção de agentes patógenos. É a fase mais longa 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 completa 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 patógenos. O produto que resulta desse processo de degradação recebe o nome de composto orgânico. 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, do e 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)

7.3 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 no Quadro 1.

Quadro 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, 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.
Magnésio	Componente essencial da clorofila, além de funcionar como ativador de diversas enzimas ligadas ao metabolismo de carboidratos e síntese de ácidos nucleicos.
Boro	Essencial para o crescimento das células e transporte de carboidratos.
Cobre	Componente de enzimas, tem papel importante na fotossíntese, respiração, redução e fixação de nitrogênio.

Cloro	Além da participação na fotossíntese, atua na ativação de várias enzimas e no transporte de cátions dentro da planta.
Ferro	Age como catalisador na formação da clorofila e é essencial a síntese de proteínas.
Manganês	É um ativador enzimático que atua na fotossíntese e na síntese de clorofila.
Molibdênio	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.
Zinco	É considerado um ativador enzimático nas plantas.

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

7.4 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 Tavares [201-?] citando 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 houver fermentação na ausência de oxigênio, haverá perda de nitrogênio, odores

desagradáveis e presença de insetos, como moscas, pois a atividade anaeróbica será intensificada” (TAVARES [201-?] citando OLIVEIRA et. al [2004]). Para pátios maiores de compostagem a o revolvimento é feito de forma mensal, no entanto, para composteiras caseiras (de menor escala) como será a feita para o projeto, 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 Equipe ECycle (2017) “Estudos apontam que o limite para a relação da compostagem varia entre 20/1 e 35/1, mas, de uma forma geral, a melhor é de 30/1 por ser a proporção em que os microrganismos 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 no mesmo, 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 permite que a massa fique compacta, fazendo com que as minhocas (no caso da vermicompostagem) possam respirar. 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 o mesmo 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, mortalidade de minhocas 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 microorganismos 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) citando 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 de 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 a ambiente, quebradiço quando seco, moldável quando úmido, não tem cheiro desagradável e nem atrai moscas.

A umidade é um dos fatores essenciais durante o processo de compostagem uma vez que a água constitui cerca de 90% da estrutura dos microorganismos que participam da decomposição da matéria orgânica. Além disso, todo nutriente deve ser primeiro dissolvido em água, para então ser assimilado pelas células desses microorganismos (Oliveira, Sartori e Garcez [2008] citando 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) citando 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 à 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.

7.5 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 usados na compostagem deste projeto, 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, 2009).

Já os materiais ricos em nitrogênio podem ser caracterizados pelos restos de alimentos exceto 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 verde, este 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, 2009).

8 METODOLOGIA

8.1 PLANEJAMENTO E COLETA DOS RESÍDUOS UTILIZADOS

Para a produção do adubo orgânico, ser utilizado restos de alimentos provenientes da cantina e da cozinha dos servidores, como também dos resíduos de varrição recolhidos nos pátios e jardins do Câmpus. Os resíduos serão caracterizados de acordo com:

- Restos de alimentos: tipo de alimento.
- Resíduos de varrição: espécies arbóreas.

Para a produção do adubo a metodologia se baseou no planejamento fatorial simples. Este, normalmente é representado por b^k , sendo que “k” representa o número de fatores e “b” o número de níveis escolhidos. Sendo assim, temos três fatores (três adubos com diferentes proporções) elevados à dois níveis (resíduos de restos de alimentos e de varrição). Para cada adubo produzido serão analisadas três amostras replicatas, fato importante para determinar erros experimentais na resposta ou no esquema experimental utilizado (metodologia+equipamento). (CUNICO et. al, 2008). Na Tabela 3 é possível observar o planejamento supracitado com as porcentagens e correspondentes massas para a produção dos adubos.

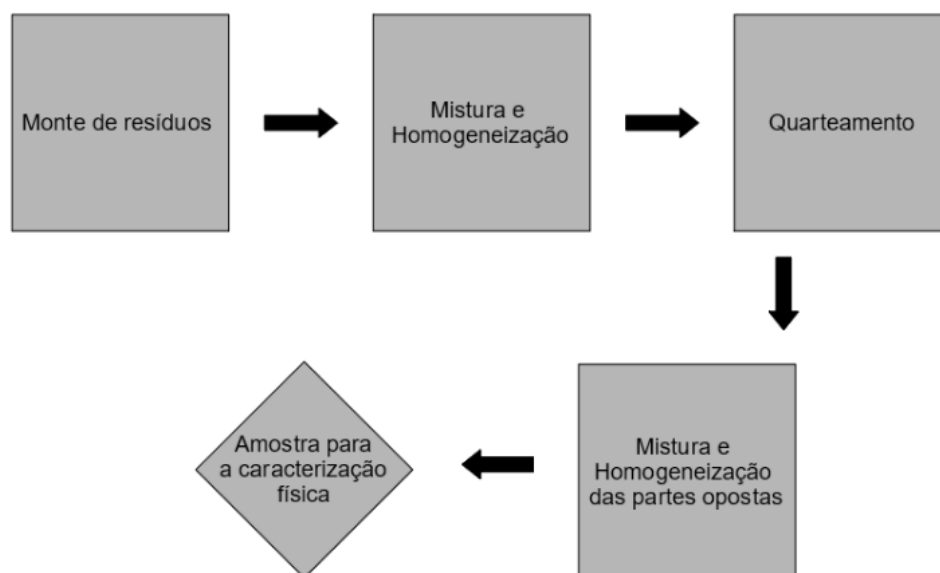
Tabela 3 - Planejamento da produção dos adubos com as proporções de componentes utilizados

Nº	Proporção de restos de alimentos		Proporção resíduos de varrição	
	em porcentagem	em quilogramas	em porcentagem	em quilogramas
1	30%	1,2 kg	70%	2,8 kg
2	50%	2 kg	50%	2 kg
3	70%	2,8 kg	30%	1,2 kg

Para a coleta dos resíduos orgânicos na cantina e na cozinha serão dispostos dois recipientes identificados e específicos para coletar os restos de alimentos indicados para a compostagem. Após a coleta da quantidade necessária, doze (12) quilogramas de cada resíduo (doze quilogramas pois é necessário fazer a coleta do dobro da quantidade de cada resíduo para ser feito o quarteamento descrito a

seguir), para o método de preparação da compostagem dos resíduos, será utilizada a técnica de quarteamento, descrita na NBR 10007/2004. Esta técnica passa pelas seguintes etapas: trituração, granulometria (na qual serão usadas peneiras do laboratório do Câmpus) homogeneização e divisão em quatro partes, sendo tomadas duas partes opostas entre si, como mostra a Figura 3.

Figura 3: Diagrama do processo de quarteamento de resíduos sólidos



Fonte: Adaptado de Andrade e Prado (2004)

O método de quarteamento será utilizado para a homogeneização dos resíduos antes de irem para a composteira e para as análises do composto já pronto.

Caso não seja atingido a meta de 12 quilogramas de restos de alimento, será feita uma diminuição da massa dos adubos ou a massa que ainda estaria ausente, será coletada na casa dos autores deste projeto tendo em base algum dos alimentos mais consumidos na cantina e na sala dos professores.

8.2 TEMPO DE COMPOSTAGEM E PREPARO DA COMPOSTEIRA

As referências utilizadas na fundamentação apresentaram diferentes tempos de compostagem. Este tempo variou de 2 a 6 meses, e, muitos fatores como: a variedade de matérias existentes em uma compostagem e a relação C/N, entre outros, já citados na fundamentação, alteram o processo de compostagem. Sendo

assim, a compostagem pensada para este projeto acontecerá em um prazo de 2 meses e 15 dias, assim, haverá o tempo necessário para o processo de compostagem.

Para o preparo das composteiras serão utilizados 3 galões de plástico de 5L, que serão adaptados com tampas e furos para que haja a oxigenação necessária para a compostagem.

8.3 ANÁLISES

8.3.1 ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO DE COMPOSTAGEM

O acompanhamento da umidade, temperatura e potencial hidrogeniônico será feito semanalmente a partir da primeira semana de compostagem.

8.3.1.1 UMIDADE

Segundo Cooper *et al.* (2010), a umidade ideal durante o processo de compostagem deve ficar entre 40% e 60% em massa na relação água/composto. Para monitorar a umidade durante a produção do composto, escolheu-se o método gravimétrico, descrito na NBR 6457/2016, que consiste na secagem de uma amostra em estufa à temperatura de 60°C a 65 °C, até constância de massa.

Feita a secagem, a amostra deve ser carregada ao dessecador, onde permanecerá até atingir a temperatura ambiente. Os dados obtidos serão utilizados

na equação:
$$W = \frac{M_1 - M_2}{M_2 - M_3} \times 100$$

sendo:

w= teor de umidade, em %.

M₁ = massa do solo úmido mais a massa do recipiente, em g.

M₂= é a massa do solo seco mais a massa do recipiente, em g.

M₃= é a massa do recipiente, em g.

Caso o resultado dessa análise seja menor do recomendado na literatura, planeja-se realizar o revolvimento do material em compostagem aspergindo a quantidade calculada de água. Para valores maiores que os recomendados, planeja-se revirar o material, como sugerido por Cooper et al (2010). Este acompanhamento será realizado semanalmente.

8.3.1.2 TEMPERATURA

Para o monitoramento da temperatura, que também será realizada semanalmente, o grupo pretende utilizar a técnica de Zappelline et. al (2016) que consiste em medir a temperatura por meio de um termômetro digital do tipo vareta.

Caso a temperatura se encontre acima da temperatura ideal da fase do processo, seguindo as recomendações de Cooper et. al (2010), o material será revolvido, promovendo a sua aeração e liberando o CO₂ contido, o que faz a temperatura decair.

8.3.1.3 POTENCIAL HIDROGENIÔNICO

Para o monitoramento de pH, pretende-se utilizar o método recomendado pela Embrapa (1997), que consiste na imersão de um eletrodo combinado (pHmetro) em solução solo: líquido (água destilada, KCl ou CaCl₂) em uma escala de 10 mL do solo para cada 25 mL da solução água destilada + KCl a 1 mol.L⁻¹ ou CaCl₂ 0,01 mol.L⁻¹

8.3 ANÁLISES DE MACRONUTRIENTES

Com o fim do tempo definido para a produção do adubo, pretende-se analisar os macronutrientes presentes nos compostos, sendo eles: C, N, P, S, K, Ca e Mg. Pretende-se fazer a análise de todos, mas como há um grande número de análises tanto para os macro quanto para os micronutrientes, serão feitas primeiramente as análises de NPK (nitrogênio, fósforo e potássio), os macronutrientes mais analisados em adubos, e posteriormente a análise dos outros macro e micronutrientes, para ser possível todas as análises dentro do cronograma do projeto.

CARBONO: para a determinação do carbono orgânico total (COT), pretende-se utilizar o método recomendado e descrito pela Embrapa (1997) com adaptações. Essa metodologia é constituída por duas partes, uma de oxidação da matéria orgânica e outra de titulação.

A etapa de oxidação é realizada com a adição de dicromato de potássio 0,0667 mol L⁻¹ e ácido sulfúrico concentrado como catalisador e aquecimento com sistema de refluxo. Essa etapa é seguida pela titulação da solução, utilizando sulfato ferroso amoniacal 0,1 mol L⁻¹ como titulante e difenilamina como indicador.

Os dados obtidos serão utilizados na equação:
$$\% C = \frac{6 \times C \times (V_b - V_a)}{m}$$

sendo:

%C= porcentagem do carbono orgânico

C= concentração do sulfato ferroso amoniacal

V_b= volume gasto na titulação em branco

V_a= volume gasto na titulação com a amostra

NITROGÊNIO: planeja-se utilizar o método de Kjeldahl, descrito por Galvani e Gaertner (2006). Essa técnica é dividida em três etapas e baseia-se na digestão da matéria orgânica com ácido sulfúrico, destilação com solução alcalina e, por fim, uma titulação.

A primeira etapa consiste em submeter a amostra a um ataque com ácido sulfúrico, utilizando sulfato de cobre como catalisador, sob altas temperaturas. Nesse processo, o dióxido de carbono se desprende e o nitrogênio orgânico é transformado em sulfato de amônia.

Na etapa de destilação, o produto da digestão é então tratado com hidróxido de sódio em excesso. Nesse processo, a amônia destilada é então coletada num frasco com ácido bórico e uma solução indicadora de vermelho de metila e verde de bromocresol, e transforma-se em borato de amônio.

Na etapa final, realiza-se uma titulação, utilizando ácido clorídrico 0,01 mol L⁻¹ como titulante e os dados obtidos são então utilizados na equação:

$$NT = \frac{(V_a - V_b) \times 0,014 \times 0,1 \times 100}{m}$$

Sendo:

NT= teor de nitrogênio total na amostra, em porcentagem;

V_a= volume do ácido gasto na titulação da amostra, em mL;

V_b= volume do ácido gasto na titulação do branco, em mL;

m= massa da amostra, em g;

FÓSFORO: Para determinar a quantidade de fósforo no composto, pretende-se utilizar o método descrito por Primavesi et al (2005). Essa metodologia consiste na extração do P utilizando Mehlich 1 (H₂SO₄ a 0,0125 mol L⁻¹ e HCl a 0,05 mol L⁻¹) e centrifugação da mistura resultante.

A essa mistura, adiciona-se molibdato de amônio e ácido ascórbico para que a coloração se altere, permitindo a leitura em espectrofotômetro de absorção atômica, no comprimento de onda de 660 nm.

ENXOFRE: Para determinar o teor de enxofre no composto, pretende-se utilizar o método turbidimétrico descrito por Osorio Filho (2006). Essa metodologia consiste na digestão da matéria orgânica com ácidos fortes e altas temperaturas, adição de cloreto de bário e determinação da concentração do sulfato de bário em espectrofotômetro.

Na etapa de digestão, a amostra de composto é misturada a solução de CaHPO₄ com pH ajustado para 3,0 com ácido clorídrico 0,1 N, com a amostra sendo levada para agitação e deixada para decantar. Parte do sobrenadante desse processo é então coletada e posto para secar em bloco digestor. Com o final da secagem, adiciona-se uma mistura de ácido nítrico e perclórico 3:1 e as amostras são novamente aquecidas no bloco. Posteriormente adiciona-se cloreto de bário e determina-se a absorvância em espectrofotômetro de absorção atômica na faixa de 420 nm.

POTÁSSIO: a determinação do potássio é realizada através de um processo de extração utilizando Mehlich 1, deixando essa mistura decantar e analisando o sobrenadante em fotômetro de chama, como recomenda Primavesi et al. (2005).

CÁLCIO E MAGNÉSIO: Para a determinação de cálcio e magnésio, pretende-se utilizar o método descrito pela Embrapa (1997). Essa metodologia consiste na adição de água a uma amostra, filtração dessa mistura, adição de solução de lantânio a 1% e leitura em espectrofotômetro de absorção atômica.

Com os dados obtidos, aplica-se a seguinte fórmula:

$$Ca, Mg \text{ solúveis} = \frac{L \times Dl \times 0,1}{\text{Equivalente em peso}}$$

Onde:

Ca, Mg solúveis= concentração desses elementos em cmol_c L⁻¹.

L= leitura no aparelho

Equivalente em peso= (Ca=20; Mg=12,2)

8.4 ANÁLISE DOS MICRONUTRIENTES

Serão determinados os seguintes micronutrientes: Cu, Zn, Fe e Mn. Será utilizado DTPA-TEA (solução de ácido dietileno-triaminopentacético e trietanolamina) como extrator e a concentração será determinada por espectrofotometria de

absorção atômica, como descrito por Camargo et al. (2009).

Uma vez que os micronutrientes B, Cl e Mo não são considerados para fins de avaliação de fertilidade do solo, e nem constam nos manuais de análise comumente utilizados, optou-se por não realizar a quantificação desses elementos.

8.5 COMPARAÇÃO DE ADUBOS

Com as análises prontas, planeja-se comparar o adubo orgânico produzido com um disponível no mercado, ainda a definir. Essa comparação será realizada considerando as informações encontradas no rótulo do produto.

9 CRONOGRAMA

	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Revisão bibliográfica	X	X	X	X	X	
Produção do adubo	X	X	X	X	X	
Análises durante o processo	X	X	X	X	X	
Análise do adubo pronto					X	
Elaboração do banner					X	
Escrita do relatório	X	X	X	X	X	
Apresentação						X

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Heber da Fonseca; PRADO, Marcelo Lemos do. **Caracterização física dos resíduos sólidos domésticos do município de Caldas Novas-GO**. 2004. 21 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental, Departamento de Engenharia,

Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2004. Disponível em:
<http://www2.ucg.br/nupenge/pdf/Alberto_Vilela_Chaer2.pdf>. Acesso em: 14 maio 2017.

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: 07 jun. 2017.

BATISTA, J. G. F.; BATISTA, E. R. B. Compostagem – Utilização em horticultura. Universidade dos Açores, Angra do Heroísmo, Açores, p. 252, 2007.

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: 11 maio 2017.

BRASIL. Conama. Resolução n. 5, de 1993. Gestão de resíduos e produtos perigosos. Diário Oficial da União, 31 de ago. 1993. Seção 1, p. 12996-12998.

BRASIL. Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Planalto**: Brasília, 2 de agosto de 2010. Legislação Federal.

MARKETING. . **Qual a composição do chorume e quais suas substâncias tóxicas**. 2015. Disponível em: <<http://www.superbac.com.br/qual-a-composicao-do-chorume-e-quais-suas-substancias-toxicas/>>. Acesso em: 12 mai. de 2017

CAMARGO, O. A. et al. **Métodos de Análise Química, Mineralógica e Física de Solos do Instituto Agronômico de Campinas**. Campinas: Instituto Agronômico, 2009. 77 p. Disponível em:
<<http://www.iac.sp.gov.br/publicacoes/porassunto/pdf/Boletim106.pdf>>. Acesso em: 11 jun. 2017.

CAMPOS, Rubya Vieira de Mello et al. **O estado da arte: Aproveitamento de resíduos orgânicos para desenvolvimento de novos produtos.** Publicado em: 2010. Disponível em:

CAVALHEIRO, Fabiano Okumura e Éder T. G; NÓBREGA, Joaquim a. **Experimentos simples usando fotometria de chama para ensino de princípios de espectrometria atômica em cursos de química analítica.** Publicado em: 17/06/2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v27n5/a26v27n5.pdf>>. Acessado em: 07/06/2017.

COOPER, Miguel et al. **Compostagem e reaproveitamento de resíduos orgânicos agroindustriais: teórico e prático.** Piracicaba: Esalq - Divisão de Biblioteca, 2010. p.35. (Produtor Rural).

CORDEIRO, Nathalie Marcelino. **COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS VERDES E AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DOS COMPOSTOS OBTIDOS - CASO DE ESTUDO DA ALGAR S.A.** 2010. 70 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia do Ambiente, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2010. Disponível em: <<https://www.repository.utl.pt/bitstream/10400.5/3353/1/TESE.pdf>>. Acesso em: 28 maio 2017.

COSTA, Francelina Faria. **Avaliação da composição em micronutrientes do tomate consoante a variedade e modo de colheita.** 2009. 97 f. Tese (Mestrado) - Curso de Nutrição Clínica, Universidade de Coimbra, Coimbra, 2009.

COSTA, Sandra Isabel. **Espectrofotometria de Absorção Atômica.** Lisboa: Sonoro, 2013. Color. Disponível em: <<http://repositorio.insa.pt/bitstream/10400.18/1920/1/Espectrofotometria%20de%20Absor%C3%A7%C3%A3o%20At%C3%B3mica%20com%20chama%20e%20camara%20de%20grafite.pdf>>. Acesso em: 26 maio 2017.

D'ALMEIDA, M. L. O., VILHENA, A. **Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado.** São Paulo: IPT: CEMPRE, 2000.

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: 19 mar. 2017.

DORES-SILVA, Paulo R.; LANDGRAF, Maria Diva; REZENDE, Maria Olímpia de O.. Processo de estabilização de resíduos orgânicos: vermicompostagem versus compostagem. **Química Nova**, [s.l.], v. 36, n. 5, p.640-645, mar. 2013.

DUARTE, Ana Paula Aparecida. **MUDANÇAS FÍSICAS, QUÍMICAS E NAS FORMAS DE Pb E Mn APÓS A PASSAGEM DO SOLO ATRAVÉS DO TRATO INTESTINAL DE *Pontoscolex corethrurus* (OLIGOCHAETA: ANNELIDA)**. 2010. 46 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciência do Solo, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

ECYCLE. **O que é compostagem e como ela funciona?**: Entenda melhor os diversos benefícios. [201-?]. Disponível em: <<http://www.ecycle.com.br/component/content/article/67/2368-o-que-e-como-fazer-compostagem-compostar-composteira-tecnica-processo-reciclagem-decomposicao-destino-util-solucao-materia-organica-residuos-solidos-lixo-organico-urbano-domestico-industrial-rural->>. Acesso em: 25 mar. 2017.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 212 p. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Manual+de+Metodos_000fzvhotqk02wx5ok0q43a0ram31wtr.pdf>. Acesso em: 11 jun. 2017.

EQUIPE ECYCLE (Brasil). **Saiba como equilibrar a relação carbono nitrogênio na compostagem**. Disponível em: <<http://www.ecycle.com.br/component/content/article/63/2551-relacao-equilibrio-como-fazer-como-equilibrar-composteira-vermicompostagem-carbono-nitrogenio-minhocas-c-n-organico-micro-organismos-verdes-marrons-umidos-secos-folha-serragem-podas-restos-de-comida.html>>. Acesso em: 03 jun. 2017.

FERREIRA, Anabela Dias. **Influência da borra de café no crescimento e nas propriedades químicas e biológicas de plantas de alface (*Lactuca sativa* L.)**. 2011. 115 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Qualidade e Segurança Alimentar, Instituto Politécnico de Bragança, Bragança, 2011. Disponível em: <https://bibliotecadigital.ipb.pt/bitstream/10198/6889/1/tese.pdf>. Acesso em: 11 maio 2017.

GALVANI, Fábio; GAERTNER, Eliney. **Adequação da Metodologia Kjeldahl para determinação de Nitrogênio Total e Proteína Bruta**. Corumbá - Ms: Embrapa Pantanal, 2006. 9 p. (Circular Técnica, 63). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/812198>. Acesso em: 12 jun. 2017.

HAGE, David S; CARR, James D. Química Analítica e Análise Quantitativa. In: HAGE, David S. **Química Analítica e Análise Quantitativa**. Lincoln: Peason, 2012. Cap. 19. p. 1-705.

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: 17/04/2017.

MACHADO, Gleysson B. **Compostagem de resíduos sólidos orgânicos urbanos**. Publicado em: 21/02/2014. Disponível em: <http://www.portalresiduossolidos.com/compostagem-de-residuos-solidos-organicos-urbanos/>. Acessado em: 27/05/2017.

MACHADO, Leonardo de Oliveira. **Adubação Nitrogenada**. 2002. 09 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2002. Disponível em: <http://www.dpv24.iciag.ufu.br/new/dpv24/Apostilas/Monitor%20Leonardo%20-%20Apostila%20Adub.%20Nitrogenada%2002.pdf>. Acesso em: 24 maio 2017.

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.

Manual adaptado de MEIRA, A. M.; CAZZONATTO, A. C.; SOARES, C. A. **Manual básico de compostagem – série: conhecendo os resíduos**. Piracicaba, USP Recicla, 2003, com contribuições de: Anne Caroline Malvestio, Caio Souza Pires Fernando William Ka Heng Mo e Giulio de Manincor Capestrani.

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.

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

MATIAS, William Gerson et al. **Pesquisadores avaliam potencial tóxico e de dano genético do chorume produzido em aterros sanitários**. Disponível em: <<http://www.canalciencia.ibict.br/pesquisa/0170-Potencial-toxico-do-chorume-em-aterros-sanitarios.html>>. Acesso em: 11 jun. 2017.

MENEZES, Ellen M S; FERNANDES, Érica C.; SABAA-SRUR, Armando U. O.. **Folhas de alface lisa (*Latuca sativa*) minimamente processadas armazenadas em atmosfera modificada: Análises Físicas, químicas e físico-químicas**. Ciência Tecnologia e Alimentos, Campinas, p.60-62, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cta/v25n1/a09v25n1.pdf>>. Acesso em: 12 maio 17.

Ministério do Meio Ambiente. **Compostagem**, 201-?. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/secex_consumo/_arquivos/compostagem.pdf>. Acesso em: 16 de abril de 2017.

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

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: 19 mar. 2017.

OSORIO FILHO, Benjamin Dias. **Dinâmica de enxofre no sistema solo e resposta das cultura à adubação sulfatada**. 2006. 75 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência do Solo, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.
Disponível em: <http://cascavel.cpd.ufsm.br/tede/tde_arquivos/1/TDE-2008-01-17T161636Z-1245/Publico/BENJAMIN OSORIO FILHO.pdf>. Acesso em: 03 jun. 2017.

PETERS, Eduardo Andrei et al. **Estudo da técnica de fotometria de chama para quantificação de sódio em alimentos processados**. Jaraguá do Sul: Ifsc, 2013.
Disponível em:
<https://drive.google.com/file/d/0B_0OFEKt0VuAN25FRDdRMGZvRnAzVzJGV1IsTTJfNUIRRTIz/view>. Acesso em: 03 jun. 2017.

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

PRIMAVESI, Ana Cândida et al. Métodos de Análise de Solo. In: NOGUEIRA, Ana Rita de Araujo; SOUZA, Gilberto Batista de (Ed.). **Manual de laboratórios: solo, água, nutrição vegetal, nutrição animal e alimentos**. São Carlos, Sp: Embrapa Pecuária Sudeste, 2005. p. 63-123. Disponível em:
<<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/130250/1/2005CL-012.pdf>>.
Acesso em: 06 jun. 2017.

REIS, Cecília Estima Sacramento dos. **Caracterização química e disponibilidade de enxofre em solos de várzea do Rio Grande do Sul**. 2008. 86 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2008. Disponível em:

<<http://repositorio.ufpel.edu.br:8080/handle/123456789/2435>>. Acesso em: 03 jun. 2017.

RODRIGUES, Aleff S.; ÁVILA, Simone G. de. Caracterização Físico-Química da Casca de Ovo de Galinha e Utilização como Fonte para Produção Compostos de Cálcio. **Revista Virtual de Química**, Santo André, Sp, v. 9, n. 2, p.1-12, 6 jan. 2017. Disponível em: <<http://rvq.sbq.org.br/imagebank/pdf/SantosNoPrelo.pdf>>. Acesso em: 11 maio 2017.

SANTOS, Joana Luísa Dias dos. **CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E BIOLÓGICA EM DIFERENTES LABORATÓRIOS DE PRODUTOS OBTIDOS A PARTIR DA COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS ORGÂNICOS BIODEGRADÁVEIS**. 2007. 122 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ecologia, Universidade do Porto Porto, Porto, 2007. Disponível em: <http://www.fc.up.pt/fcup/contactos/teses/t_040370104.pdf>. Acesso em: 28 maio 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: 06/06/2017.

VITTI, Godofredo Cesar; TREVISAN, William. Manejo de macro e micronutrientes para alta produtividade da soja. **Jornal Informações Agronômicas**. P. 1-16. jun. 2000. Disponível em: <[http://www.ipni.net/PUBLICATION/IA-BRASIL.NSF/0/08F02E1F75FC762883257AA30069C332/\\$FILE/Encarte_90.PDF](http://www.ipni.net/PUBLICATION/IA-BRASIL.NSF/0/08F02E1F75FC762883257AA30069C332/$FILE/Encarte_90.PDF)>. Acesso em: 13 mar. 2017

VOGAL, Arthur Israel. Análise Química Quantitativa. In: VOGAL, Arthur Israel. **Análise Química Quantitativa**. 6. ed. Londres: Grupo Editorial Nacional, 1989. Cap. 15. p. 1-462.

ZAPPELLINE, Carolina Nilsen et al. **ESTUDO DO CRESCIMENTO VEGETAL UTILIZANDO PRODUTOS DA COMPOSTAGEM E VERMICOMPOSTAGEM**.

Jaraguá do Sul: Ifsc, 2016. Disponível em:

<https://drive.google.com/file/d/0B_0OFEKt0VuAS2ILN00zc2dyVVZIMG9JZUw3WnFZUGdPaDFv/view>. Acesso em: 07 jun. 2017.