

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina

Campus Jaraguá do Sul

Curso Técnico em Química (Modalidade: Integrado)

Carolina Nilsen Zappelline

Diele Emilene Mayer

Evelyn Gabrielle Pommerening

Roberta Alyson Walicoski Paz Trindade

Stefani Matilde Ferreira Ramos

Vanessa Cristini Porath

**ESTUDO DO CRESCIMENTO VEGETAL UTILIZANDO PRODUTOS DA
COMPOSTAGEM E VERMICOMPOSTAGEM**

Jaraguá do Sul, 2016

Carolina Nilsen Zappelline

Diele Emilene Mayer

Evelyn Gabrielle Pommerening

Roberta Alyson Walicoski Paz Trindade

Stefani Matilde Ferreira Ramos

Vanessa Cristini Porath

**ESTUDO DO CRESCIMENTO VEGETAL UTILIZANDO PRODUTOS DA
COMPOSTAGEM E VERMICOMPOSTAGEM**

Projeto de pesquisa desenvolvido no eixo formativo diversificado “Conectando Saberes” do Curso Técnico em Química (Modalidade: Integrado) do Instituto Federal de Santa Catarina – Câmpus Jaraguá do Sul.

Orientadora: Ana Paula Duarte Souza

Jaraguá do Sul, 2016

AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de agradecer primeiramente a nossa orientadora Ana Paula Aparecida Duarte Souza, que esteve sempre presente nos auxiliando nessa caminhada e a todos os professores que, de algum modo, nos ajudaram a cumprir esse projeto, em especial à professora Carla Fernanda da Silva.

Também devemos um sincero agradecimento ao IFSC – Campus Araquari, que disponibilizou seu laboratório para que algumas análises fossem feitas; em especial ao professor Cleder Alexandre Somensi e ao técnico do laboratório Filipe Antunes da Silva que nos ajudaram intensamente em ideias e contribuições muito relevantes ao projeto.

A Giovani Rafael Seibel, doador das minhocas que foram utilizadas no processo de vermicompostagem: obrigada imensamente por nos ajudar com essa contribuição.

E por último, mas não menos importante, a Deus, por permitir que o projeto fosse realizado e por nos proporcionar forças suficientes para executá-lo, mesmo passando por algumas dificuldades.

RESUMO

Com o aumento do consumismo e com as rotinas cada vez mais agitadas, os hábitos alimentares da população mundial vem se transformando; são consumidos cada vez mais alimentos industrializados, excluindo do cardápio alimentos com maior aporte nutritivo. Os hábitos consumistas da população junto com a alimentação industrializada geraram um alerta preocupante: a geração de resíduos sólidos e orgânicos cresce cada vez mais, sendo que as formas de tratamento mais utilizadas têm um custo elevado para os municípios, além de diversos impactos ambientais que podem ser acarretados. Diante disso, vê-se uma necessidade de implantação de tratamentos que não tenham elevado custo e que não promovam tais impactos, combinados com uma alimentação mais saudável. A partir daí a reciclagem torna-se um ponto de partida para que a matéria orgânica das residências possa ser reduzida, diminuindo, assim, os gastos com tratamentos e os impactos ambientais, e contribuindo para a criação de hortas domiciliares. Foram propostos dois tipos de tratamento para tais resíduos orgânicos: a compostagem e a vermicompostagem, em que se faz a degradação dos resíduos e aumenta o nível húmico do solo utilizado. Portanto, é a partir desses conhecimentos que o presente trabalho teve como objetivo produzir dois tipos de adubo. Sendo eles resultados do processo de compostagem e vermicompostagem - o composto e vermicomposto respectivamente —, além de identificar qual desses produtos tem maior potencial de germinação para as espécies de vegetais: alface, beterraba, brócolis e couve. Ao longo dos processos foram verificados o potencial hidrogeniônico (pH), temperatura e umidade, e, ao final do processo, a relação C/N. E por último identificar, entre a compostagem e a vermicompostagem, qual seria o mais adequado para pequenos ambientes, como apartamentos. Dentre os vegetais já citados acima, o que melhor se desenvolveu entre os dois processos foi a alface, germinando 24 plantas em cada processo, no período estipulado. Mas os vegetais beterraba e couve não tiveram os resultados esperados no vermicomposto, com nenhuma planta germinada. Também não se esperava que a couve germinasse na compostagem, ao invés da vermicompostagem, no período estipulado.

Palavras Chaves: Compostagem; Vermicompostagem; Adubação; Germinação.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	5
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	6
2.1 Resíduos Gerados.....	6
2.2 Gestão e Tratamento de Resíduos.....	8
2.3 Compostagem.....	9
2.4 Vermicompostagem.....	11
2.5 Germinação e Vegetais.....	13
2.5.1 Alface.....	14
2.5.2 Beterraba.....	15
2.5.3 Brócolis.....	15
2.5.4 Couve.....	16
3. METODOLOGIA	16
3.1 Compostagem.....	16
3.2 Vermicompostagem.....	17
3.3 Semeação dos vegetais.....	18
3.4 Análise do Solo.....	19
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	22
4.1 Composteira e Minhocário.....	22
4.2 Influências sobre os Processos de Adubação.....	23
4.3 Diferenças Germinativas.....	26
4.4 Espaço Adequado para Cada Processo.....	27
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	28
REFERÊNCIAS	31

1. INTRODUÇÃO

O aumento da população nas cidades tem gerado quantidades de resíduos cada vez maiores. No estado de Santa Catarina os resíduos sólidos orgânicos representam mais de 30% da quantidade anual de lixo gerado pela população. Para controlar esse percentual recentemente vem sendo estimulada pelas prefeituras dos municípios, outra forma de tratamento de resíduo que substitui a destinação aos aterros. Os resíduos sólidos orgânicos podem ser reciclados em casa pela população, o que poupa gastos do município com a coleta e gera adubo orgânico para ser utilizado em hortas para a produção de alimentos de consumo cotidiano. A reciclagem de resíduos orgânicos pode acontecer através da compostagem ou vermicompostagem (BORNHAUSEN, 2013).

A compostagem é um processo que consiste na degradação biológica da fração orgânica biodegradável dos resíduos, efetuado por uma população diversificada de organismos, em condições controladas de aerobiose e outros parâmetros. Este processo tem como resultado final o composto, que é rico em fungicidas naturais. O produto obtido possui ainda organismos benéficos que ajudam a eliminar patógenos que perturbam o solo e as plantas. O composto apresenta coloração escura e 50% a 70% de matéria orgânica (ABNT, 1996).

Outro meio de reciclar resíduos orgânicos é a vermicompostagem, semelhante à compostagem, com a diferença de que, na vermicompostagem o resíduo será degradado por minhocas criadas em minhocário. Os minhocários são um sistema simples para a criação de minhocas em locais com menos espaço. (Embrapa, 2011) Outra diferença é que o solo não precisa ser revirado, já que as minhocas fazem esse revolvimento. A vermicompostagem vai gerar um adubo composto principalmente pelo húmus da minhoca, que é rico em nutrientes necessários para o crescimento saudável de espécies vegetais (ALQUINO, 2005, p. 429).

A solo que participa desses dois processos contém composto e vermicomposto (produtos da compostagem e da vermicompostagem) e costuma ser fértil. Geralmente é utilizada em hortas para melhorar o crescimento vegetal. Baseado nessas informações o presente projeto busca verificar qual o tipo de solo trará um maior potencial de germinação para cada semente. As sementes utilizadas são de vegetais folhosos e subterrâneos, sendo eles: alface, beterraba, brócolis e couve.

Para isso será necessário produzir dois tipos de adubo, avaliar as diferenças germinativas entre as sementes utilizadas de acordo com o tipo de adubação e controlar pH, temperatura, umidade e relação C/N dos dois processos de degradação de matéria orgânica. Além disso, o relatório busca identificar, entre os dois processos de adubação, o mais adequado para pequenos ambientes. Tudo para verificar qual tipo de solo trará maior potencial de germinação para cada semente.

Usando esse processo menos agressivo ao meio ambiente, é possível transformar o resíduo sólido orgânico em um produto natural que pode melhorar o crescimento das sementes. Além de colaborar com a diminuição do volume de lixo que vai para os aterros e poderiam estar sendo utilizados.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A alimentação das pessoas do mundo todo mudou significativamente nas últimas décadas. Se antes era comum o plantio do próprio alimento em casa, agora raramente são vistas hortas nos quintais. Pode-se dizer que o ramo alimentício, hoje em dia, tem grande influência quando se fala em consumismo e, como consequência desse consumo alterado, mais resíduos são gerados.

A Associação Brasileira de Normas e Técnicas (ABNT), define resíduo como:

restos das atividades humanas consideradas pelos geradores como inúteis, indesejáveis ou descartáveis, podendo apresentar-se no estado sólido, semi-sólido ou líquido, desde que não seja passível de tratamento convencional (ABNT, 2004).

Para Penatti *et al.* (2012, p. 02) resíduos são rejeitos determinados pelo homem que não podem fluir diretamente para os rios, solo e ar. Entende-se que resíduos são os materiais utilizados pelo homem e que não são jogados fora, mas reutilizados. É importante ressaltar que existe uma diferença entre lixo e resíduo, pois usamos a palavra lixo para denominarmos tudo o que é gerado pela sociedade e não é reaproveitável.

2.1 RESÍDUOS GERADOS

Segundo a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), dados de 2014 revelam que a população total no Brasil é de

202.799.518 habitantes. A média brasileira de produção de lixo por pessoa é 1,062 quilo (kg) por dia.

No Brasil são produzidas, diariamente, cerca de 228,4 mil toneladas de lixo, segundo a última pesquisa de saneamento básico produzida pelo IBGE, em 2000. O lixo domiciliar equivale a pouco mais da metade desse volume, ou seja, 125 mil toneladas diárias. Do total de resíduos descartados em residências e indústrias, apenas 4.300 toneladas, ou aproximadamente 3% do total, são destinadas à coleta seletiva. Que possui um papel muito importante para a construção de um meio ambiente mais sustentável. Apenas 451 (6,4%), dos 5670 municípios brasileiros, possuem programas de coleta seletiva do lixo (IBGE, 2000).

Em Santa Catarina são coletados diariamente 4.909 toneladas de resíduos sólidos, e 0,693 kg/hab/dia. Os resíduos sólidos gerados são destinados 71,4% para aterros sanitários, 17% aterro controlado e 11,1% lixão (ABRELPE, 2014).

A população de Jaraguá do Sul gerava em 2008, de acordo com a FUJAMA - Fundação Jaraguaense de Meio Ambiente, um total de 2,2 mil toneladas mensais de lixo, hoje são cerca de 2,6 mil toneladas por mês (PEDRO, 2014). O prefeito Dieter Janssen da cidade de Jaraguá do Sul, destaca o índice de recolhimento do resíduo domiciliar (que inclui o lixo orgânico, rejeito e reciclado não separado), que foram coletadas 31 mil toneladas/ano. Cada habitante produz cerca de 820 gramas de lixo todos os dias, o que representa a geração de mais de 120 toneladas/dia na região (AUREA, 2015).

Em outubro de 2015, foram recolhidas 549 toneladas, sendo que em setembro foram 468 toneladas chegando a um índice de 30% de reciclagem e 16% de aproveitamento do material recolhido. De acordo com levantamento do governo federal, hoje a maioria das cidades brasileiras recicla apenas 3% do total de lixo recolhido. Este dado aponta que Jaraguá do Sul está entre os poucos municípios do País a ter 30% de reciclagem e, portanto, está de acordo com o Plano Nacional de Resíduos Sólidos.

A quantidade total de resíduos sólidos urbanos gerados em Santa Catarina gira em torno de 1.545.270 ton/ano (BORNHAUSEN, 2013). O que representa cada fração desse valor total pode ser observado no quadro 1:

Quadro 1: Características do Resíduos Sólidos Urbanos de Santa Catarina

RSU	Quantidade (ton/ano)	(%)
Quantidade Total de Resíduos Sólidos Urbanos	1.545.270	100,00
Quantidade de Matéria Orgânica	571.750	37,00
Quantidade de Metais	40.177	2,60
Quantidade de Papel e Papelão	185.432	12,00
Quantidade de Plástico	231.790	15,00
Quantidade de Vidro	52.539	3,40
Quantidade de Outros Resíduos	262.695	17,00
Quantidade de Rejeitos	200.885	13,00

Fonte: Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável – Governo do Estado de Santa Catarina (BORNHAUSEN, 2013).

2.2 GESTÃO E TRATAMENTO DE RESÍDUOS

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) define resíduos sólidos, na norma de número 10004:2004 como:

Resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível. (ABNT; 2004).

Esta norma tem como objetivo a classificação dos resíduos sólidos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, para que possam ser gerenciados adequadamente.

Segundo o site ICLEI (2013), os resíduos sólidos urbanos e rejeitos devem passar por algumas etapas até terem uma disposição final. As etapas do tratamento e destinação são: Pré-tratamento; tratamento e disposição final;

Atualmente, as formas mais conhecidas de aterros são: sanitário, controlado e lixão. Porém, a única forma legal no Brasil de destinação é o aterro sanitário, que segundo a Associação Brasileira de Normas e Técnicas (1984) é uma

técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos (RSU) no solo, sem causar danos à saúde pública e sua segurança, minimizando os impactos ambientais (ABNT; 1984).

Os aterros sanitários seguem o seguinte arranjo: setor de preparação, de execução e de conclusão. Durante esses processos, o terreno é impermeabilizado e nivelado para, então, receber os resíduos. Estes vão sendo depositados até atingirem a capacidade máxima do mesmo. Quando essa capacidade máxima é atingida, a área é revegetada.

2.3 COMPOSTAGEM

A fração orgânica dos resíduos urbanos é responsável pela geração de impactos ambientais importantes em áreas de aterros sanitários e depósitos irregulares. E, ainda, impactos à qualidade de ambientes urbanos pela atração de vetores de doenças (CARLESSO *et al.*, 2011, p. 105).

Uma forma de tratamento do lixo orgânico é a compostagem. A compostagem é o processo biológico da matéria, seja ela de origem florestal, agrícola, industrial, doméstica ou urbana, também considerada um forma de reciclagem do lixo orgânico (Portal eCycle, 2010 - 2013).

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) a compostagem se define como:

Processo de decomposição biológica da fração orgânica biodegradável dos resíduos, efetuado por uma população diversificada de organismos, em condições controladas de aerobiose e demais parâmetros, desenvolvido em duas etapas distintas: uma de degradação ativa e outra de maturação (ABNT, 1996).

A compostagem pode ser realizada em duas formas, o processo aeróbia e anaeróbica. Sendo a compostagem aeróbia comumente utilizado, tendo como características principais a presença de ar no interior das pilhas das leiras, altas temperaturas (decorrentes da liberação de gás carbônico), vapor de água e a rápida decomposição da matéria orgânica (FILHO *et al.*, 2007).

Os autores descrevem a compostagem anaeróbica como um processo lento, que ocorre a partir de temperaturas menores e com a ausência de oxigênio devido à fermentação. Neste procedimento ocorre a produção de gases que afetam o meio ambiente, como o gás metano (CH₄) e gás sulfídrico (H₂S) (FILHO *et al.*, 2007).

O processo de compostagem é caracterizada em ter três fases: termófila, mesófila e maturação. De acordo com Grossi *et al.* (2002)

A compostagem é controlada por atividade microbiológica, que é influenciada pela composição do material de partida (relação carbono/nitrogênio – C/N, idealmente 30/1), aeração (fornecimento de oxigênio) e umidade (GROSSI *et al.*, 2002).

A relação carbono/nitrogênio é um índice utilizado para avaliar os níveis de maturação de substâncias orgânicas e seus efeitos no crescimento microbiológico, já que a atividade dos microrganismos heterotróficos, envolvidos no processo, depende tanto do conteúdo de carbono para fonte de energia, quanto de nitrogênio para síntese de proteínas (VALENTE *et al.*, 2009, p. 62, Apud SHARMA *et al.*, 1997). Os mesmos relatam que a relação C/N ideal para iniciar o processo de compostagem está entre 25/1 e 35/1 (VALENTE, *et al.*, 2009, p. 63, Apud KIEHL, 2004).

A aeração é classificada como principal mecanismo capaz de evitar altos índices de temperaturas durante o processo de compostagem, de aumentar a velocidade de oxidação, de diminuir a liberação de odores e reduzir o excesso de umidade de um material em decomposição. (VALENTE *et al.*, 2009, p. 66, Apud PEREIRA NETO, 1996).

Quanto à umidade, é um importante fator no processo de decomposição. O valor ideal para a compostagem é de 50% e 60%, pois quando o índice for baixo, a decomposição da matéria orgânica é reduzida, podendo ser interrompida (para valores menores que 20%), impedindo a fermentação (TAVARES, 2011).

O Potencial Hidrogênico (pH), é um índice que indica a acidez de uma certa substância. Na compostagem, o pH não é um fator crítico, seu valor indica o estágio que o material se encontra dentro o processo - no início o valo é aproximadamente 5 e ao final do processo entre 7,5 a 9,0 . (JIMENEZ, 1989, Apud TAVARES, 2011)

Em geral, quando a matéria orgânica é decomposta o calor criado pelo metabolismo dos microrganismos é dissipado e o material, normalmente não se aquece. Porém no processo de compostagem, o calor se acumula e a temperatura alcança valores altos, sendo principal indicador de fermentação (TAVARES, 2011). Além disso a temperatura acelera o processo de biodigestão, sendo sua faixa, geralmente aplicável a compostagem, seja entre 23 °C e 70 °C.

Segundo Valente *et al.* (2009, p. 75), a granulometria, ou dimensão das partículas, é uma importante característica a ser considerada, pois interfere no processo de compostagem. Materiais moídos, com granulometria fina e maior homogeneidade, formam montes com melhor distribuição de temperatura e menor perda de calor (NOQUEIRA *et al.*, 2011, Apud TAVARES, 2011). Afetando também a questão da aeração, pois pequenas partículas alteram a densidade do material e conseqüentemente aumenta a velocidade do processo (TAVARES, 2011).

Segundo Baldin *et al.* (2013) os resíduos mais indicados para serem colocados na composteira são cascas, restos de frutas e legumes, borra de café e cascas de ovos. Carnes, alimentos cozidos e frutas cítricas não são ideais, pois desaceleram o processo de decomposição, além de poderem atrair animais.

O composto é o resultado da degradação biológica da matéria orgânica do processo de compostagem e poderá ser utilizado como adubo, uma vez que melhora substancialmente a estrutura do solo. O composto possui fungicidas naturais e organismos benéficos que ajudam a eliminar os organismos patogênicos que perturbam o solo e as plantas. É um material rico em húmus de cor escura, com teor de 50% a 70% de matéria orgânica (SILVA, 2008, p. 09).

2.4 VERMICOMPOSTAGEM

A minhococultura ou vermicompostagem é o processo de tratamento de resíduos orgânicos por meio de criação de minhocas em minhocários, oferecendo importante alternativa para resolver econômica e ambientalmente os problemas dos dejetos orgânicos, como o lixo domiciliar (Embrapa, 2011). Como a compostagem, na vermicompostagem há fatores que influenciam o processo. Demandando alguns cuidados que são recomendados pela literatura.

A umidade é fator limitante para o processo. As minhocas realizam as trocas gasosas através da epiderme. Assim, o ideal é manter a umidade do substrato de 60% a 70% (ALQUINO, 2005, p. 429). Já relação C/N ideal para a vermicompostagem inicialmente é de 20/1 a 25/1 sendo um compromisso entre a relação C/N ideal para minhocas (25/1) e fauna microbiana (30/1) (LOURENÇO, 2010, p. 208).

Ao contrário da compostagem, na vermicompostagem, não é necessário o reviramento do substrato nos canteiros ou nas leiras. Com seu deslocamento, as minhocas, ingerindo nutrientes e defecando na superfície, promovem o reviramento do substrato. Como resultado dessa atividade, ao final do processo, ocorre a produção de material mais estabilizado, ou seja, com carbono na forma humificada (ALQUINO, 2005, p. 429).

Na vermicompostagem, o uso de minhocas, que sobrevivem apenas sob condições aeróbias, reduz a necessidade de equipamentos relativamente caros. Além dessa vantagem evidente, o produto (vermicompostagem) é homogêneo, tem uma característica estética desejável e pode ter níveis reduzidos de contaminantes (NDEGWA *et al.*, 2001, *Apud* FINATTO *et al.*, 2013, p.90).

A qualidade do vermicomposto produzido dependerá da qualidade do resíduo orgânico utilizado, bem como da forma como será manejado durante todo o processo da vermicompostagem (ALQUINO, 2005, p. 429).

Quando o vermicomposto está pronto, ou seja, o substrato está estabilizado e em condições de uso agrícola, normalmente apresenta cor escura e aparência de pó de café. Observa-se, também, que as minhocas ficam mais lentas e mais magras, sendo esse fenômeno natural, uma vez que não dispõem mais de alimento (ALQUINO, 2005, p. 429). Por sua vez, devido ao elevado conteúdo de hormônios de crescimento vegetal, enzimas e

microrganismos, aumenta a produção e o vigor das plantas, principalmente de hortaliças (TOMATTI *et al.*, 1987 Apud ALQUINO, cap. 17, p. 431).

As minhocas são classificadas como vermes anelídeos, pelo fato de terem o corpo todo segmentado de anéis (REICHERT, p. 47, 1999). Alimentam-se de detritos vegetais em decomposição, além de larvas, micro-organismos e pequenos animais, vivos ou mortos, ingeridos juntamente com solo. A solo ingerida é eliminada pelo ânus juntamente com o material inaproveitado. As fezes das minhocas formam montículos retorcidos característicos, que constituem o húmus, material utilizado como adubo (AMABIS *et al.*, 2004, p. 354).

A minhoca *Eisenia foetida* (Vermelha-da-Califórnia) é a preferida para a produção de húmus pois, além de se adaptar facilmente às condições de cativeiro, apresenta uma grande capacidade de produção de húmus e uma alta velocidade de reprodução. Esta espécie consegue consumir diariamente o equivalente ao seu peso em matéria orgânica e produz um casulo a cada 3 a 7 dias, que abriga em seu interior entre 2 e 5 novas minhocas (SCHIEDECK, 2006, p. 2 - 3).

Os resíduos indicados para o processo, são: cascas, restos de frutas e legumes, borra de café e cascas de ovos, sendo que carnes, alimentos cozidos e frutas cítricas não são ideais, pois além de poder causar morte das minhocas, desaceleram o processo de decomposição (BALDIN *et al.* 2013). Seguindo as indicações de Schiedeck *et al.* (2006) para uma camada de 20 cm de altura e 1 m² de superfície, recomenda-se uma população inicial de 1000 a 1200 minhocas adultas.

Nas cidades, a minhococultura tem sido útil para a reciclagem de resíduos orgânicos domésticos que são transformados em adubos de qualidade para jardins e hortas orgânicas. Por isso, vem sendo apontada como uma das alternativas da Política Nacional de Resíduos Sólidos para diminuição da sobrecarga de resíduos orgânicos nos aterros sanitários (MUNIZ *et al.*, 2013).

2.5 GERMINAÇÃO E VEGETAIS

Caracterizado como o processo de desenvolvimento inicial de uma semente, a germinação provê de fases muito importantes para que a planta venha a nascer. A primeira

fase é quando a semente começa o desenvolvimento, denominada quebra da dormência. Esta etapa pode ser comparada ao período gestacional, que é quando as sementes necessitam de cuidados especiais, para que o seu processo evolutivo seja feito com sucesso.

A germinação é imensamente influenciada pelo meio, sendo que cada espécie necessita de um específico. Essa especificidade se dá em relação a características ambientes, climáticas (como o controle da temperatura), mas principalmente em relação à quantidade de água presente. Segundo Ferreira *et al.* (2009):

A água acaba por ter um papel-chave nos processos. Na medida em que a semente muda de estado metabolicamente ativo para um estado inativo após a maturação [...] (FERREIRA *et al.*, 2009)

Quando as questões ambientes são favoráveis, as sementes germinam dando origem primeiramente à radícula¹. Posteriormente, será originada a própria raiz, que vai ser responsável por dar a devida sustentação e a retirada de nutrientes vindos da solo. Da germinação ainda pode-se obter o caule, que é formado a partir do hipocótilo², e as folhas, que são formadas a partir da plúmula³.

Após o crescimento da radícula e das outras estruturas, a germinação se dá por terminada, e a partir daí começa-se o crescimento da planta.

2.5.1 ALFACE

A alface (*Lactuca sativa L.*) é uma planta anual, originária de clima temperado, pertencente à família Asteracea, certamente uma das hortaliças mais populares e consumidas no Brasil e no mundo (EMBRAPA, 2009).

A alface é cultivada em todas as regiões brasileiras e é a principal salada consumida pela população, tanto pelo sabor e qualidade nutricional quanto pelo reduzido preço para o consumidor. A evolução de cultivares e sistemas de manejo, tratos culturais, irrigação, espaçamentos, técnicas de colheita e de conservação pós-colheita e mudanças nos hábitos de alimentação impulsionaram o

¹ Parte do embrião das plantas com semente que dá origem à raiz primária.

² Que fica situado abaixo do ponto de inserção do[s] cotilédono[s] (diz-se de parte do eixo do embrião ou da plântula).

³ Ápice do eixo do embrião ou da plântula dos vegetais com sementes, que origina as primeiras folhas propriamente ditas.

cultivo e tornaram a alface mais consumida no país (RESENDE *et al.*, 2007).

A germinação de sementes de alface é bastante dependente da temperatura. A temperatura ótima para a germinação é em torno de 20 °C, e a maioria das cultivares deixam de germinar em temperaturas superiores a 30°C (NASCIMENTO, 2002).

Segundo Patro (2013) cada 100 gramas de alface contém apenas 15 kcal o que a torna um alimento importante em dietas de restrição calórica. As alfaces são muito perecíveis e estragam rapidamente se mal conservadas ou manipuladas de forma inadequadamente.

2.5.2 BETERRABA

A beterraba é uma hortaliça muito popular e com um alto aporte nutritivo. Ela é rica em açúcares, sais minerais e vitaminas e o seu consumo é recomendado no cardápio como forma de suprir as necessidades diárias desses elementos. As principais variedades de beterraba hortense são a Chata do Egito, Maravilha, Redonda, Itapuã, Vermelha Comprida. (SANTOS, 2010)

A espécie plantada de beterraba foi a *Beta vulgaris*, especificamente a beterraba maravilha. Esta possui características como folhagens grandes, de 45 a 55 cm de comprimento, raiz globular com diâmetro final entre 6 a 8 cm, o tempo de germinação entre 4 a 14 dias e sua colheita feita em 65 a 85 dias. Essa espécie pode ser cultivada o ano todo, em todas as regiões do Brasil (ISLA, 2016).

2.5.3 BRÓCOLIS

A *Brassica oleracea L. var. italica*, conhecida como couve-brócolis ou brócolis, é um vegetal crucífero pertencente à família *Brassicaceae*. É um alimento de poucas calorias, apresenta minerais, como o cálcio, potássio, ferro, zinco e sódio e diversas vitaminas, como A, C, B1, B2, B6, K, bem como fibra alimentar.

A planta é de porte médio, com folhas de coloração verde-escura, forma cabeças de tamanho médio que proporcionam múltiplas colheitas e é um vegetal com excelente aceitação comercial.

Pode ser cultivado o ano todo, seu ciclo dura de 85 a 90 dias e sua germinação ocorre em cerca de duas semanas. É pouco tolerante à acidez e apresenta preferência quando cultivado sob solos argilosos (MARTINEZ, 2016).

2.5.4 COUVE

A couve manteiga da Geórgia (*Brassica oleracea var. acephala*) é um vegetal de excelente adaptação às diversas regiões de cultivo e que pode ser semeado o ano todo. Sua germinação ocorre de 5 a 10 dias e seu ciclo dura de 80 a 90 dias. Este vegetal, ocupa lugar de destaque na produção de hortaliças pelo alto valor nutritivo para a saúde humana. A couve é rica em vitamina A, B6, C, K e possui minerais como o cálcio e ferro. É apreciada na culinária onde compõe diversos pratos típicos e esta presente em saladas, refogados, sucos e diversas receitas (MARTINEZ, 2016).

3. METODOLOGIA

O presente trabalho foi desenvolvido no primeiro semestre de 2016. Para realizar os processos de compostagem e vermicompostagem o grupo adquiriu um solo base, desprovido de qualquer tipo de tratamento, que foi usado para todos os dois processos com o solo controle nas análises realizadas. Assim, os vegetais cresceriam utilizando os nutrientes provenientes dos tratamentos em que as solos foram submetidas.

3.1 COMPOSTAGEM

O processo de compostagem começou em 29 de março e foi desmontado no dia 14 de junho, totalizando 78 dias do processo. Para a realização do mesmo, foi utilizada uma caixa de 60 litros. Nesta foram depositados camadas de solo, resíduos orgânicos e serragem (Figura

1). Durante o processo o grupo realizou medições de pH, temperatura e observou-se a umidade do solo para que estas condições não afetassem o processo de compostagem.

Figura 1: Sistema de Compostagem



Fonte: acervo pessoal

3.2 VERMICOMPOSTAGEM

O processo de vermicompostagem começou em 31 de março e foi desmontado no dia 15 de junho, totalizando 77 dias do processo. Foi utilizado um sistema da Minhobox[®], utilizando um minhocário cedido pelo Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) — Campus Jaraguá do Sul, como pode ser visto na Figura 2. Este sistema é formado por três caixas, cada uma com aproximadamente 60 litros, organizadas de forma vertical. Na primeira caixa, de cima para baixo, foram depositados solo, resíduos, folhas secas, serragem e minhocas (no início do processo, o grupo utilizou 35 minhocas, mas durante o processo mais minhocas foram introduzidas a fim de que a degradação ocorresse de forma mais rápida). Quando a primeira caixa foi preenchida com resíduos, estes passaram a ser depositados na segunda caixa juntamente com um pouco de solo. O objetivo era que quando as minhocas degradassem os resíduos orgânicos da primeira caixa, se encaminhassem para a segunda, deixando a solo humificada. A terceira caixa fica vazia, pois nela é armazenado o chorume caso o mesmo seja produzido.

Figura 2: Sistema de Vermicompostagem



Fonte: acervo pessoal

4.3 SEMEAÇÃO DOS VEGETAIS

Após os processos de compostagem e vermicompostagem, os produtos obtidos foram utilizados para semear os vegetais. Foram colocadas as sementes de: alface, beterraba, brócolis e couve. Plantou-se 864 sementes (216 por vegetal), totalizando 216 sementes para cada tipo de solo (controle, compostagem e vermicompostagem). Estas foram colocadas em uma sementeira, como pode-se observar na Figura 3. As sementes tiveram, em média, uma semana para as análises de germinação.

Figura 3: Sementeira



Fonte: acervo pessoal

3.4 ANÁLISE DO SOLO

O pH foi medido através de pHgâmetro. O equipamento era sempre calibrado antes das medições. Para a temperatura utilizou-se um termômetro digital tipo vareta.

A partir dos compostos obtidos ao final de cada processo, algumas análises puderam ser feitas, como a análise de C/N. As amostras de carbono foram feitas em triplicatas e as de nitrogênio em quadruplicatas, e, ao final, foi realizada uma média dos resultados obtidos.

Para realizar a análise de carbono total, os três solos foram peneirados (solo controle, compostagem, vermicompostagem) para uma homogeneização das amostras. Para as análises, primeiramente três cadinhos foram colocados na estufa a 200°C. Posteriormente, foram levados ao dessecador por uma hora e em seguida pesados. Cerca de 6,0 g de amostra de cada tipo de solo foram secos na estufa a 105°C, durante uma hora. Feito isso, 4,0 gramas de cada amostra foi pesada em uma balança analítica.

Os cadinhos foram colocados em uma mufla a 300°C durante 5 horas, e, após esfriarem no dessecador, foram novamente pesados em uma balança analítica para ver a massa final do solo presente em cada um. Para descobrir o valor de carbono total em cada amostra, foi realizado o seguinte cálculo:

$$C = (M_{\text{final}} - M_{\text{inicial}})$$

Onde:

C: carbono total;

M_{inicial} : massa do cadinho seco em estufa;

M_{final} : massa do cadinho com produto dos processos, ou solo controle, calcinados.

Segue um exemplo cálculo realizado:

$$\begin{array}{r} \text{Massa do cadinho com solo calcinado (g)} = 37,6860 \\ \text{Massa do cadinho (g)} = \quad \quad \quad - 33,9345 \\ \hline 3,7515 \text{ g} \end{array}$$

Para transformar a massa de carbono em porcentagem foram feitos cálculos simples, como o exemplo a seguir:

$$\begin{array}{r} 4,0005\text{g} \quad \quad 100\% \\ 3,7515\text{g} \quad \quad X \\ \hline X=93,7\% \end{array}$$

Esses cálculos do carbono total em porcentagem foram realizados para todas as amostras.

Para as análises de nitrogênio total, o grupo teve assistência do Instituto Federal Catarinense (IFC) — Campus Araquari. Foi utilizado o método Kjeldahl, no qual o solo deve primeiro passar por um processo de digestão, então por uma destilação e por fim, por uma titulação.

A primeira etapa que visa obter o valor de nitrogênio total é a digestão do solo. Pesa-se 0,5 g de cada solo. Em um balão volumétrico de 100 mL adiciona-se cerca de 2 g de uma solução catalisadora (foram utilizadas 10 partes de Na_2SO_4 e 1 parte de CuSO_4 para uma parte de H_2O), também foram adicionados 4 à 5 mL de ácido sulfúrico (H_2SO_4) 96-98% e 2 mL de água oxigenada (H_2O_2). Cada amostra de solo, então, foi misturada com esta solução em um tubo de ensaio, totalizando 12 tubos.

Levou-se todos os tubos de ensaio para o aquecimento no digestor. Esse processo durou cerca de 4 horas, na temperatura de 400°C. A temperatura foi sendo aumentada gradativamente: iniciou-se na primeira hora, com temperatura de 100 °C, aumentada na segunda hora para 200°C, na terceira para 300° C e por fim, na quarta, para 400°C. Fez-se um intervalo de 4 horas para que o o carbono contido na matéria orgânica fosse oxidado e o CO_2 se desprendesse.

Quando as amostras atingiram uma coloração clara (mais próxima do branco), sabe-se que a digestão está no final. Quando esta coloração foi atingida, esperou-se esfriar os tubos para diluir a solução em 30 mL de água destilada.

Após diluída a solução, ainda no tubo de ensaio, a mesma é colocada em um destilador de nitrogênio, aparelho que transforma o nitrogênio de cada amostra em sulfato de amônio por meio da digestão anteriormente feita. Então o sulfato de amônio ((NH₄)₂SO₄) que é obtido é tratado com hidróxido de sódio (NaOH) em excesso, durante a reação, ocorre liberação de amônia (NH₃). A amônia desprendida é recebida em um erlenmeyer contendo 10 mL de H₃BO₃ (ácido bórico a 2%) e a solução indicadora (foi utilizado o vermelho de metila e o verde de bromocresol e ambos foram submetidos ao mesmo processo de preparação: utilizou-se uma quantidade de 0,1 g de cada substância e triturada em um almofariz para obtenção da dissolução completa, depois foi transferido para um balão volumétrico com álcool etílico para completar a volume).

Na Figura 4, vê-se a ponta de uma mangueira fina que foi introduzida no tubo de ensaio. No outro lado, é colocado o erlenmeyer com a solução indicadora. Quando passado pelo processo, as gotas que saem do destilador e começam a cair no erlenmeyer mudam a cor da solução, podendo assim chegar a parte final do processo de obtenção de nitrogênio total.

Figura 4: Destilador de Nitrogênio



Fonte: acervo pessoal

Sobre a titulação, o borato ácido de amônio foi titulado com uma solução de sulfato de hidrogênio (H₂SO₄) 0,05N de fator conhecido, até que ocorresse a mudança de cor na

solução. Para as análises, o volume médio de ácido sulfúrico (H_2SO_4 , $0,025 \text{ mol.L}^{-1}$ - $F_c^4=0,99$) foi de (Tabela 1):

Tabela 1: Volume Médio de H_2SO_4

Controle (mL)	Vermicomposto (mL)	Composto (mL)
5	20,3	9,6

Fonte: elaborada pelo grupo

Então, ao fim da titulação já se pode obter a quantidade de nitrogênio presente nas amostras.

Os valores da titulação foram aplicados na fórmula abaixo para a determinação do teor de nitrogênio total:

$$NT = \frac{(V_a - V_b) \times F \times 0,1 \times 0,014 \times 100}{P1}$$

Onde:

NT: teor de nitrogênio total na amostra, em percentagem;

V_a : volume da solução de ácido clorídrico gasto na titulação da amostra, em mililitros;

V_b : volume da solução de ácido clorídrico gasto na titulação do branco, em mililitros;

F: fator de correção para o ácido clorídrico $0,01 \text{ mol/L}$;

P1 – massa da amostra (em gramas).

Assim, foi obtido os valores de carbono e nitrogênio presentes em cada amostra de solo, e então foi possível calcular a relação C/N.

Para o cálculo da relação, a seguinte fórmula foi utilizada: $C/N = \%_C \times \%_N^{-1}$, onde:

C/N: relação carbono/nitrogênio em percentagem;

$\%_C$: percentagem de carbono total;

$\%_N^{-1}$: percentagem de nitrogênio total.

⁴ Fator de correção

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Composteira e Minhocário

Inicialmente, os processos foram montados em um local aberto, com pouca proteção aos fenômenos climáticos, como insolação e chuvas, que acabariam por prejudicar o projeto. Assim, após alguns dias, os recipientes foram deslocados para uma área coberta, onde ficaram até a finalização dos processos.

O minhocário foi montado a partir do sistema da Minhobox[®], como explicado na metodologia. A primeira caixa foi preenchida com solo controle (não adubada), resíduos (principalmente borra de café e porções de cascas de frutas e verduras), folhas secas, serragem, além das minhocas.

Assim que a primeira caixa foi preenchida, a segunda caixa foi totalmente completada com solo e poucos resíduos. Quando as minhocas degradassem os resíduos da primeira caixa, se encaminhassem para a segunda, deixando o solo humificado na primeira caixa. A terceira caixa ficou vazia, pois nela seria armazenado o chorume caso o mesmo fosse produzido.

As minhocas colocadas na parte superior do Minhobox[®] foram cobertas com uma camada de solo e uma camada de serragem, folhas secas, resíduos e assim sucessivamente. Inicialmente o grupo utilizou cerca de 35 minhocas. As medições do pH e da temperatura foram feitas uma vez por semana.

Após um tempo, o grupo separou o solo das minhocas, pois percebeu-se que as minhocas estavam com uma baixa atividade que, possivelmente, seria pelas condições climáticas, pH e temperatura baixas ou até mesmo pelo solo ter poucos nutrientes.

Sendo assim, o grupo acabou por demorar em adaptar o experimento às condições necessárias. Assim, decidiu-se acelerar o processo: no dia 30 de maio foram adicionadas mais uma quantidade de resíduos orgânicos, além de 152 minhocas. Com isso, as minhocas ficaram mais 16 dias degradando os resíduos e tornando o solo humificado.

No dia 15 de junho foi realizada outra separação do solo e das minhocas. Neste dia, o vermicomposto foi retirado para a utilização na semeadura. O processo de vermicompostagem durou, aproximadamente, 75 dias.

A compostagem começou a ser realizada dia 29 de março e foi realizado em uma caixa de 60 litros com uma torneira em baixo para que, se houvesse chorume pudesse ser retirado.

Dentro da caixa foram depositados camadas de serragem, solo controle, resíduos orgânicos e, assim sucessivamente até completá-la por inteira. Durante o processo a caixa permanecia fechada com uma tela para que não houvesse a presença de insetos no interior da composteira. Foi também realizado a medição de pH, temperatura e umidade do solo, para que estas condições não afetassem o processo.

No dia 14 de junho, o composto foi tirado da caixa e peneirado para a utilização do composto na sementeira. Ao todo, o processo de compostagem durou cerca de 78 dias.

4.2 Influências Sobre os Processos de Adubação

- Temperatura, umidade e pH:

No decorrer do desenvolvimento dos processos de compostagem e vermicompostagem foram feitas análises para controlar pH, umidade e temperatura. Os valores foram controlados e estão descritos na Tabela 2.

Tabela 2: Valores de pH e Temperatura nos processos de vermicompostagem e compostagem

Data	Vermicompostagem		Compostagem		Temperatura ambiente (°C)
	pH	Temperatura no processo (°C)	pH	Temperatura no processo (°C)	
20/04	4,92	30,1	5,17	29,1	-
27/04	5,41	19,9	5,60	21,9	-
10/05	5,06	23,8	5,12	23,2	25,2
17/05	5,19	21,5	5,20	20,2	21,5
24/05	4,95	18,3	4,94	17,7	20,4
31/05	5,18	21,3	5,21	20,4	21,2
07/06	5,60	16,4	4,96	16,2	19,5

14/06	5.50	19,7	5.46	17,7	20,3
-------	------	------	------	------	------

Fonte: Elaborada pelo grupo

Segundo dados da literatura, os valores de pH ideais para os processos seriam entre 6,9 a 7,9. Analisando os dados obtidos, os valores de pH permaneceram durante todo processo em uma mesma faixa ácida, mesmo que a quantidade de resíduos ácidos tenha sido mínima e não poderia gerar grande alteração. Ainda que o pH não estivesse ideal, este dificilmente foi o fator que levou a morte de parte das minhocas, mas o fato dos valores de pH não terem passado de 6,0 pode indicar que os processos não estavam prontos até o prazo estipulado pelo grupo.

A temperatura ambiente teve mudanças abruptas, durante a execução dos processos houveram dias de intenso frio, o que pôde ter certa influência sobre a degradação dos resíduos. Sobre este fator, sabe-se que ao final de da compostagem e vermicompostagem a temperatura ideal seria mais baixa do que a inicial. Este resultado foi obtido em ambos os processos.

A umidade foi controlada durante todo o processo, uma vez que este era um fator limitante para a degradação da matéria orgânica.

- Relação de C/N:

Foi realizado o cálculo de carbono total em porcentagem para o solo controle, compostagem e vermicompostagem, como descrito na metodologia (Tabela 3).

Tabela 3: Porcentagem de C total

	Composto	Vermicomposto	Controle
Carbono total (%)	93,7	83,2	94,9

Fonte: elaborada pelo grupo

A entrada de carbono orgânico no solo depende da entrada de material orgânico através da senescência de certos componentes da biomassa acima e abaixo do solo, queda das folhas, resíduos da exploração e animais mortos, com suas respectivas taxas de decomposição (ROMÃO, 2012).

O teor do carbono total do vermicomposto foi o menor, dentre os valores obtidos. As minhocas possivelmente degradaram parte dos compostos orgânicos, diminuindo este parâmetro. A adição de matéria orgânica aumentou o percentual de nitrogênio e o percentual de carbono acompanhou a relação necessária. O solo controle apresentou uma maior quantidade de carbono, porque ela não foi alterada e manteve sua relação natural.

O carbono é nutriente e fonte de energia para os microrganismos. Embora um solo produtivo seja composto de menos de 5% de matéria orgânica, ela determina em grande parte o seu potencial produtivo (BOT; BENITES, 2005 apud ROMÃO, 2012).

O teor de matéria orgânica influencia as propriedades do solo e é função da quantidade de resíduos oriundos do ecossistema, o que reflete no equilíbrio dinâmico da decomposição (BOT; BENITES, 2005 apud ROMÃO, 2012).

A menor quantidade de carbono no solo com vermicomposto, em comparação com o controle, pode ser um dos fatores de interferência na de germinação das sementes. Um dos fatores que pode ter contribuído para o solo com vermicomposto ter uma menor quantidade de carbono é a quantidade de resíduos depositado no minhocário, que foi maior no mesmo.

Como já relatado na metodologia, os seguintes valores de nitrogênio total foram encontrados em amostra de solo (Tabela 4):

Tabela 4: Valores de Nitrogênio Total

	Controle	Composto	Vermicomposto
Teor de nitrogênio total (%)	0,624	1,26	2,74

Fonte: elaborada pelo grupo

Pode-se notar que os valores para o teor de nitrogênio encontrados para cada tipo de solo estão coerentes. A maior parte do nitrogênio total do solo encontra-se na fração humificada da matéria orgânica (SCHNITZER, 1982, Apud SOUZA *et al*, 2000), assim como nos valores encontrados pelo grupo.

Com dados de carbono e nitrogênio total, foi calculado o valor da relação C/N para cada tipo de solo. Os resultados podem ser vistos na Tabela 5:

Tabela 5: Resultado dos cálculos de C/N

Compostagem	Vermicompostagem	Controle
74,3/1	30,3/1	152,1/1

Fonte: elaborado pelo grupo

Valente *et al.* (2009, p.63), se tratando de compostagem, afirmam que

[...] estudos foram realizados utilizando diferentes fontes de dejetos e resíduos da produção animal e vegetal, apresentando como consequência uma variação bastante grande na relação C/N inicial, desde 5/1 até 513/1 (VALENTE *et al.*, 2009, p. 63).

Com base nisso e nos valores obtidos de germinação no composto, pode-se concluir que a relação C/N na compostagem ofereceu aos microrganismos presentes nela a proporção adequada de cada nutriente (carbono e nitrogênio) necessária para a degradação dos resíduos e produção do composto.

Segundo a Instrução Normativa nº25/2009, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento estabelece uma relação C/N máxima para vermicomposto de quatorze, para comercialização. Portanto, o vermicomposto produzido pelo grupo não apresentou uma relação C/N saudável dentro dos parâmetros de comercialização estabelecidos pela norma. Acredita-se que a não obediência ao parâmetro pode ter acarretado em atrasos germinativos no vermicomposto em nossa pesquisa.

A relação C/N no solo controle foi a maior obtida. Essa relação tem que ser controlada apenas para boa atividade de degradação da matéria orgânica pelos organismos presentes, ou seja, apenas na compostagem e vermicompostagem, onde há resíduos sendo degradados por organismos. Portanto, pode-se concluir que a alta relação C/N foi adequada para a germinação das espécies vegetais.

4.3 Diferenças Germinativas

Após, aproximadamente, 4 meses da montagem do minhocário e da composteira, o solo usada para estes processos foi retirada e peneirada e as minhocas presentes no solo de vermicompostagem foram separadas.

As porções de solo foram colocadas em uma sementeira, conforme descrito na metodologia. As sementes foram semeadas no dia 21 de junho; seis dias depois, dia 27 de

junho, foi feito o levantamento das sementes germinadas. Os resultados estão explícitos na Tabela 6.

Tabela 6: Quantidade de Sementes Germinadas

	Controle	Compostagem	Vermicompostagem
Alface	24	24	24
Beterraba	12	10	0
Brócolis	12	10	6
Couve	15	1	0

Fonte: elaborado pelo grupo

Os quatro vegetais analisados pelo grupo têm, teoricamente, um período de germinação entre 4 e 14 dias em média. No experimento, todos os vegetais germinaram nos três tipos de solo. O brócolis e a alface cresceram em um período de 6 dias. Já a couve e a beterraba germinaram no vermicomposto após 8 e 11 dias do plantio, respectivamente. A germinação de couve no composto também foi mais efetiva após 8 dias. Nota-se que mesmo a couve e a beterraba tendo um período de germinação em vermicomposto mais longo em relação aos demais vegetais, ainda está dentro do período teórico de germinação.

Portanto, o composto e o vermicomposto feitos pelo grupo proporcionaram aos vegetais nutrientes o suficiente para o crescimento dos mesmos. Porém, pode-se perceber o mesmo no controle, que não continha nenhum tratamento.

Com base na literatura, o desenvolvimento dos vegetais em vermicomposto deveria ser maior ou igual para composto. Uma possível causa dos resultados obtidos não terem atingido o esperado, foi o tempo de vermicompostagem ter sido curto depois da implantação adequada e os resíduos ainda em decomposição tenham afetado o desenvolvimento de sementes.

5.4 Espaço Adequado Para Cada Processo

Uma das questões importantes sobre vermicultura é a área necessária para criação das minhocas, pois locais como as propriedades rurais, por exemplo, possuem grandes áreas disponíveis para construção de minhocários horizontais. Porém, em locais com área restrita,

faz-se necessário desenvolver sistemas de criação que minimizem o espaço utilizado. Uma das possibilidades é a vermicompostagem vertical, ou seja, a construção de minhocários como se fossem edifícios, divididos em pilhas de caixas. Considerando que este método tem grande eficiência tanto no meio rural quanto no meio urbano, pode ser utilizado em quintais de casas ou em sacadas de apartamentos, transformando os restos de alimentos em um composto orgânico de alta qualidade. Constituiu-se, dessa forma, em uma inovação de processo com implementação de um método de produção significativamente melhorado (MANUAL DE OSLO, 2005, Apud CARLESSO *et al.*, 2011, p. 108).

Um dos objetivos deste projeto foi verificar se essa condição diminuta de espaço possibilita um manuseio confortável da estrutura durante o processo. A área usada para o processo de compostagem e vermicompostagem usada para realizar a pesquisa foi de 2,0 m², uma área consideravelmente pequena, mas que foi o suficiente para que fosse realizados os processos.

Uma possibilidade que a composteira oferece em relação ao minhocário é poder ser feita de acordo com o tamanho da caixa que se deseja utilizar e depois, do tempo para a degradação, a solo pode ser retirada e aplicada em vasos de plantas ou em hortas, e então o processo pode ser recommçado. As caixas da Minhobox[®] são de tamanho padrão, mas a separação das minhocas do solo acontece naturalmente no ciclo do processo. Existem diversas formas de construir minhocários caseiros, porém, esses precisam de um maior dedicação já que a separação das minhocas do solo deve ser feita manualmente.

Concluiu-se que a compostagem pode ser feita em qualquer espaço; já a vermicompostagem depende do método para produção de vermicomposto, pois o sistema caseiro depende de espaço para a separação das minhocas, e os sistema da Minhobox[®] precisa apenas do volume da estrutura.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O propósito principal desse trabalho foi de analisar qual o tipo de solo faria com que a germinação das sementes ocorresse de forma mais eficiente e mais rápida.

Com os processos feitos verificou-se que, dentre as quatro espécies plantadas, todas acabaram tendo semelhante desenvolvimento nos três tipos de solos usados para cultivo, e

não houve um maior desenvolvimento na compostagem e vermicompostagem, como o esperado. Porém, os produtos formados a partir da composteira e do minhocário são importantes para um desenvolvimento saudável do vegetal, além de ser um método econômico e sustentável.

Quando prontos os dois tipos de adubos e germinadas as sementes, as análises foram feitas. Assim, o processo de vermicompostagem teve o menor índice de crescimento em uma data estipulada. Portanto, o vermicomposto e o composto tiveram ambos um desenvolvimento inferior em relação ao solo controle.

Foi verificado que as temperaturas dos dois processos permaneceram baixas. Uma das causas seria a variação da temperatura ambiente ao longo do desenvolvimento dos processos.

Já nos dados obtidos de pH houve a percepção de que não aconteceu mudança significativa, o que deixou os adubos atingirem um pH neutro.

A relação C/N foi maior no solo controle, seguida pelo solo tratado por compostagem, e por fim, a relação de menor valor foi a apresentada pelo solo de vermicompostagem. Comparando-se esses valores aos dados de germinação, pode-se concluir que uma maior quantidade de carbono no solo influencia positivamente na germinação das espécies analisadas.

Ao final do processo, o minhocário foi devolvido para o IFSC — Campus Jaraguá do Sul; já as minhocas foram doadas para o IFC — Campus Araquari, que desenvolve estudos sobre vermicompostagem e compostagem. A composteira será doada para o IFSC — Campus Jaraguá do Sul, para que os resíduos orgânicos produzidos possam ser revertido em forma de composto. Os compostos obtidos nos processos e as mudas dos vegetais serão divididos entre os integrantes do grupo.

REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas e Técnicas. **Amostragem de Resíduos Sólidos**. NBR 10007. 2004.

ABNT – Associação Brasileira de Normas e Técnicas. **Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos**. NBR 8419.

ABNT – Associação Brasileira de Normas e Técnicas. **Compostagem**. Rio de Janeiro: 1996. Disponível em: <<http://licenciadorambiental.com.br/wp-content/uploads/2015/01/NBR-13.591-Compostagem.pdf>>. Acesso em: 18 jan. 2016.

ABNT – Associação Brasileira de Normas e Técnicas. **Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos**. NBR 10006. 2004.

ABNT – Associação Brasileira de Normas e Técnicas. **Resíduos Sólidos – Classificações**. NBR 10004. 2004.

ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. 2014. São Paulo, 2014. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2014.pdf>>. Acesso em: 03 fev de 2016.

ALQUINO, Adriana Maria de. **Aspectos Práticos da Vermicompostagem**. Cap. 17. Disponível em: <<https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/AgrobCap17ID-O05FQRCn3R.pdf>>. Acesso em: 03 fev. 2016.

AMABIS, José Mariano; MARTHO, Gilberto Rodrigues. **Biologia dos organismos**. São Paulo: Moderna; p. 354 e 355, v. 02. 2004.

AUREA. **Jaraguá do Sul está entre as cidades que mais reciclam no País**. Prefeitura Jaraguá do Sul. SC, 2015. Disponível em: <<http://www.jaraguadosul.sc.gov.br/news/jaragu-do-sul-est-entre-as-cidades-que-mais-recicla-no-pa-s>>. Acesso em: 04, fev de 2016.

BALDIN, Nelma; SANTOS, Joelias dos; NETO, José Cavalheiro; MELLO, Amanda Carolina de; PIN, Sabrina De. **Educação ambiental nas escolas: implantando um Minhocário**. Cascavel: EPEA, 2013.

BORNHAUSEN, Paulo. **4º Seminário Regional Sul de Resíduos Sólidos. Diretoria de Saneamento e Meio Ambiente – Gerencia de Resíduos Sólidos. Governo do Estado de Santa Catarina**. ABES, 2013. Disponível em: <http://www.abes-dn.org.br/eventos/seminario_residuos_solidos/palestras/Region_PEGIRS.pdf>. Acesso em: 04 fev. 2016.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº25, de 23 de julho de 2009. Disponível em <<http://www.laborsolo.com.br/arquivos/normativas/INM25.pdf>>. Acesso em 10 de jul de 2016.

CARLESSO, Wagner Manica; RIBEIRO Rosecler; HOEHNE, Lucélia. **TRATAMENTO DE RESÍDUOS A PARTIR DE COMPOSTAGEM E VERMICOMPOSTAGEM**.

Revista destaques acadêmicos, ano 3, n. 4, 2011. Disponível em: <http://agriculturaurbana.org.br/boas_praticas/textos_compostagem/tratamento_residuos_univates.pdf>. Acesso em: 23 jan. 2016.

eCycle. **O que é compostagem? Como funciona? Quais são os benefícios para o meio ambiente e para a sociedade?**. 2013. 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-transformacao-adubo-natural.html>>. Acesso em: 15 jan. 2016.

EMBRAPA. Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento. **Minhocultura ou vermicompostagem**. Rio de Janeiro, 2011.

FERNANDES, Fernando; SILVA, Sandra Márcia Cesário Pereira da; TRENNEPOHL, Felipe Gustavo. **Duração da fase termófila na compostagem do lodo de esgoto e resíduos vegetais em função de três diferentes tecnologias**. REVISTA AIDIS: Vol. 2. Disponível em: <<http://www.revistas.unam.mx/index.php/aidis/article/viewFile/13107/12445>>. Acesso em: 25 jan. 2016.

FERREIRA, Alfredo Gui; BORGUETTI, Fabian. **Germinação: do básico ao aplicado**. Artmed Editora, 2009. Pág. 51.

FILHO, Edimar Teixeira Diniz; MESQUITA, Luciene Xavier de; OLIVEIRA, Alan Martins de; NUNES, Carlos Georg Fernandes; LIRA, José Flavino Barbosa de. **A prática da compostagem no manejo sustentável de solos**. Revista Verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável – Grupo Verde de Agricultura Alternativa. Rio Grande do Norte: Mossoró; v. 02, n° 02, p. 27-36. Julho/Dezembro de 2007. Disponível em: <<http://web-resol.org/textos/41-41-1-pb.pdf>>. Acesso em: 30 jan. 2016.

FINATTO, Jordana; ALTMAYER, Taciélen; MARTINI, Maira Cristina; RODRIGUES, Mariano; BASSO, Virgínia; HOEHNE, Lucélia. **A importância da utilização da adubação orgânica na agricultura**. Revista destaques acadêmicos, vol. 5, n. 4, 2013. Disponível em: <<http://www.univates.br/revistas/index.php/destaques/article/viewFile/818/525>>. Acesso em: 02 fev. 2016.

GROSSI, Maria Gracia L.; VALENTE, José Pedro Serra. **Compostagem doméstica do lixo**. São Paulo, 2002. Disponível em: <https://fasul.edu.br/portal/files/biblioteca_virtual/7/compostagemdomesticadelixo.pdf>. Acesso em: 23 jan. 2016.

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Quantidade diária de lixo coletado. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico**. 2000. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb/lixo_coletado/lixo_coletado110.shtm>. Acesso em: 28 fev de 2016.

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico: Municípios, total e com serviços de limpeza urbana e/ou coleta de lixo, por natureza dos serviços, segundo as Grandes Regiões, Unidades da Federação, Regiões Metropolitanas e Municípios das Capitais**. 2000. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb/lixo_coletado/lixo_coletado104.shtm>. Acesso em: 27 fev. 2016.

ICLEI – Governos Locais pela Sustentabilidade. **Tratamento e Destinação**. 2013. Disponível em: <http://www.iclei.org.br/residuos/site/?page_id=356>. Acessado em: 26 jan. 2016.

ISLA SEMENTES LTDA.. **Beterraba Maravilha**. 2016. Disponível em: <<https://isla.com.br/produto/Beterraba-Maravilha/67>>. Acesso: 04 jul. 2016.

LOURENÇO, Nelson Miguel Guerreiro. **Vermicompostagem – gestão de resíduos orgânicos**. Lisboa, 2011. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=4nsoCAAQBAJ&pg=PA208&lpg=PA208&dq=vermicompostagem+pH,+C/N+e+umidade&source=bl&ots=KKCabYWh5Q&sig=8aeALhpfUkhTea_NXM3I_m1tadY&hl=pt-BR&sa=X&ved=0ahUKEwiAo4i00-DKAhWKfZAKHdj6AEQQ6AEISzAH#v=onepage&q=vermicompostagem%20pH%2C%20C%20FN%20e%20umidade&f=false>. Acesso em: 01 fev. 2016.

MUNIZ, Tiago Araújo; ANJOS, Joezio Luiz dos. **Tipos e custos pra Minhocários no campo e na cidade**. Sergipe: EMPRAPA, 2013.

O Correio do Povo. **Jaraguá produz mais de 2.800 toneladas de lixo por mês e gasta R\$ 7 milhões ao ano com resíduos**. Conlicitação. Santa Catarina, 2011. Disponível em: <<https://portal.conlicitacao.com.br/licitacao/noticias/jaragua-produz-mais-de-2-800-toneladas-de-lixo-por-mes-e-gasta-r-7-milhoes-ao-ano-com-residuos/>>. Acesso em: 04 fev de 2016.

OLIVEIRA, Emídio Cantídio Almeida de; SARTONI, Raul Henrique; GARCEZ Tiago B. . **Compostagem**. São Paulo:Piracicaba, 2008. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Compostagem_000fhc8nfqz02wyiv80efhb2adn37yaw.pdf>. Acesso em: 19 jan. 2016.

PATRO, Raquel. Rabanete – Raphanus sativus. 2015. Disponível em: <<http://www.jardineiro.net/plantas/rabanete-raphanus-sativus.html>>. Acesso em: 30 mar 16

PEDRO. **Horário da coleta de lixo sofre alteração a partir de domingo (14)**. Prefeitura Jaraguá do Sul. SC, 2014. Disponível em: <<http://www.jaraguadosul.sc.gov.br/news/horario-da-coleta-de-lixo-sofre-alteracao-a-partir-de-domingo-14>>. Acesso em: 04 fev de 2016.

PENATTI, Fabio Eduardo; GUIMARÃES, Solange T. Lima; SILVA, Paulo Marco da. **Gerenciamento de Resíduos Químicos em Laboratórios de Análises e Pesquisa: o desenvolvimento do sistema em laboratórios da área química**. 2012. Disponível em: <http://hygeia.fsp.usp.br/siades/documentos/Publicacoes/artigo_9f.pdf>. Acesso em: 19 jan. 2016.

REICHERT, Geraldo Antônio. **A vermicompostagem aplicada ao tratamento de lixo de aterro sanitário**. Rio Grande do Sul:Porto Alegre; 1999. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/87710/000270348.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 02 fev. 2016.

RODRIGUES, Genielli. **Plano de gestão de resíduos sólidos começa a ser elaborado em Jaraguá do Sul e região**. ANotícia, 2013. Disponível em: <<http://anoticia.clicrbs.com.br/sc/geral/an-jaragua/noticia/2013/06/plano-de-gestao-de-residuos-solidos-comeca-a-ser-elaborado-em-jaragua-do-sul-e-regiao-4175988.html>>. Acesso em: 04 fev de 2016.

ROMÃO, Rangel Leandro. **Carbono orgânico em função do uso do solo**. 2012. iii, 36 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2012. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/88223>>. Acesso:

SCHIEDECK, Gustavo; GONÇALVES, Márcio de Medeiros; SCHWENGBER José Ernani. **Minhocultura e produção de húmus para agricultura familiar**. Rio Grande do Sul: Pelotas, 2006. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/30814/1/Circular-57.pdf>>. Acesso em: 01 fev. 2016.

SILVA, Alan Oliveira dos Santos . **PRODUÇÃO DE OLERÍCOLAS (ALFACE, BETERRABA E CENOURA) SOB MANEJO ORGÂNICO NOS SISTEMAS MANDALLA E CONVENCIONAL**. Vitória da Conquista: Bahia, 2010. Disponível em: <<http://www.uesb.br/mestradoagronomia/banco-de-dissertacoes/2010/alan-santos.pdf>>. Acesso em: 05 jul. 2016.

SILVA, Amilton Gonçalves da. **Método de produção de composto orgânico a partir de matéria prima vegetal e animal**. Muzambinho 2008. Disponível em: <http://www.muz.ifsuldeminas.edu.br/attachments/221_metodo_producao_composto_organico_partir_materia.pdf>. Acesso: 04 fev. 2016.

SOUZA, W. J. O.; MELO, W. J.. **Teores de nitrogênio no solo e nas frações da matéria orgânica sob diferentes sistemas de produção de milho**. Revista Brasileira de Ciência do Solo. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v. 24, n. 4, p. 885-896, 2000. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/114568>>. Acesso: 05 jul. 2016

TAVARES, Guilherme Farias. **Fatores que influenciam o processo de compostagem**. 2011. Disponível em: <http://agriculturaurbana.org.br/boas_praticas/textos_compostagem/fatores_que_influenciam_compostagem.pdf>. Acesso em: 30 jan. 2016.

VALENTE, B.S; XAVIER E.G.; MORSELLI, T.B.G.A.; JAHNKE, D.S.; BRUM JR, B. de S.; CABRERA, B.R.; MORAES, P. de O.; LOPES, D.C.N. **Fatores que afetam o desenvolvimento da compostagem de resíduos orgânicos**. 2009. Disponível em: <http://www.uco.es/organiza/servicios/publica/az/php/img/web/07_18_48_1395REVISIONEatoresValente1.pdf>. Acesso em: 25 jan. 2016.