



Fundação Educacional do Município de Assis
Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis
Campus "José Santilli Sobrinho"

DAIANE ASTOLPHO VALENTIM ROSSATTO

**ANÁLISE DE MACRO E MICRONUTRIENTES PRESENTES EM UMA
COMPOSTAGEM CASEIRA NA PRESENÇA E AUSÊNCIA DE MINHOCAS
VERMELHA DA CALIFÓRNIA (*Eisenia foetida*)**

**Assis – SP
2017**



**Fundação Educacional do Município de Assis
Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis
Campus "José Santilli Sobrinho"**

DAIANE ASTOLPHO VALENTIM ROSSATTO

**ANÁLISE DE MACRO E MICRONUTRIENTES PRESENTES EM UMA
COMPOSTAGEM CASEIRA NA PRESENÇA E AUSÊNCIA DE MINHOCAS
VERMELHA DA CALIFÓRNIA (*Eisenia foetida*)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Química Industrial do Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis – IMESA e a Fundação Educacional do Município de Assis – FEMA, como requisito à obtenção do Certificado de Conclusão.

**Orientanda: Daiane Astolpho Valentim Rossatto
Orientadora: Gilcelene Bruzon**

**Assis – SP
2017**

FICHA CATALOGRÁFICA

ROSSATTO, Daiane Astolpho Valentim.

Análise de macro e micronutrientes presentes em uma compostagem caseira na presença e ausência de minhocas vermelha da Califórnia (*Eisenia foetida*) / Daiane Astolpho Valentim Rossatto. Fundação Educacional do Município de Assis – FEMA – Assis, 2017.

60 p.

Orientadora: Ma. Gilcelene Bruzon

Trabalho de Conclusão de Curso (Química) – Fundação Educacional do Município de Assis – FEMA

1. Adubo Orgânico. 2. Compostagem. 3. Vermicompostagem.

CDD: 660
Biblioteca da FEMA

ANÁLISE DE MACRO E MICRONUTRIENTES PRESENTES EM UMA
COMPOSTAGEM CASEIRA NA PRESENÇA E AUSÊNCIA DE MINHOCAS
VERMELHA DA CALIFÓRNIA (*Eisenia foetida*)

DAIANE ASTOLPHO VALENTIM ROSSATTO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis,
como requisito do Curso de Graduação, avaliado
pela seguinte comissão examinadora:

Orientadora: _____

Ma. Gilcelene Bruzon

Analisadora: _____

Ma. Flávia Augusta Marquezini

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha família. Obrigada pela paciência, pelo incentivo, pela força e, principalmente, pelo carinho. Valeu a pena toda distância, todo sofrimento e todas as renúncias. Enfim, valeu à pena esperar. Esta vitória não é somente minha e sim, nossa. Obrigada!

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus pela força e por ter guiado meu caminho para que eu conseguisse vencer os vários desafios e dificuldades.

Ao meu esposo José Mario e meu filho Gabriel pelo apoio, carinho, incentivo incondicional, por serem companheiros e ouvintes e, também, por compreenderem minhas ausências.

À minha sogra, pela ajuda, apoio e “socorro” nas horas de correria com meu filho Gabriel.

Aos meus pais que estiveram presentes em minha trajetória e meus irmãos e cunhados que, mesmo à distância, me apoiaram, incentivaram e torceram por mim. Obrigada por tudo. Sem vocês nada disso seria possível.

Aos meus amigos de curso, em especial, a Débora, a Rafaela, a Ana Carla e o Diego. E, de uma forma geral, a todos os companheiros de sala, passamos por alegrias, tristezas, conquistas e derrotas e, hoje, chegamos ao final de mais uma etapa em nossas vidas.

Agradeço ao meu coorientador Cleber Pavanelli, por compartilhar sua sabedoria na elaboração de início do meu trabalho de conclusão de curso.

Agradeço em especial, a Adriana e a Tania por compartilhar seus conhecimentos referente à produção de uma composteira.

Aos meus professores, sem exceções, por compartilharem de todas as suas sabedorias. Em especial, agradeço a Gilcelene Bruzon que me orientou e colaborou na conclusão deste trabalho e, a Flavia Marquezini, que me avaliou e contribuiu no aperfeiçoamento também deste trabalho. Enfim, muito obrigada a todos.

De uma forma geral, agradeço a todos que contribuíram direta ou indiretamente durante esta etapa. Muito obrigada!

“ Há duas coisas na vida que se você guardar, você perde: conhecimento e afeto. Se você os guarda, eles vão embora. A única maneira de ter conhecimento e afeto é reparti-los. ”

Mário Sergio Cortella

RESUMO

Mais de 50% da massa do lixo coletado e destinado a aterros sanitários representam a matéria orgânica produzida nas residências e, apenas 3%, são aproveitados em processos de compostagem. A compostagem é uma transformação de resíduos orgânicos em adubos humificados, podendo também ser produzida com a adição de minhocas. A vermicompostagem é um tipo de compostagem que utiliza minhocas para degradar a matéria orgânica de forma mais rápida e, também, para produzir húmus como substrato, que é um adubo rico em nutrientes, tornando-se ótimo para o cultivo de plantas. Dessa forma, utilizar lixos domiciliares na produção de compostagens e vermicompostagens é uma maneira de produzir adubação orgânica ou húmus com o intuito de aumentar a fertilidade do solo e garantir um enriquecimento de nutrientes, diminuindo a quantidade de lixo em aterros sanitários. Assim, o objetivo deste trabalho foi quantificar um adubo orgânico produzido através da utilização do lixo doméstico e analisar os macro e micronutrientes produzidos na presença e na ausência de Minhocas Vermelha da Califórnia (*Eisenia foetida*) no processo de compostagem. A produção da composteira foi realizada a partir da utilização de lixos domésticos, como: borra (café e chá); cascas (frutas, verduras e legumes), grama e minhocas. A coleta de lixo domiciliar foi realizada em uma residência com quatro moradores no período de 30 dias, onde, semanalmente era coletado aproximadamente 1g de resíduos e, no término de um mês, foi coletado uma quantia de 4,465g. Em um laboratório terceirizado, foram realizadas análises de macro e micronutrientes em amostras de terra pura, compostagem sem minhoca e compostagem com minhoca, onde, entre os valores obtidos nas três amostras, os que apresentaram maiores concentrações de nutrientes, foram as amostras de compostagem com a adição de minhocas, pois no processo da vermicompostagem, obtém-se um produto mais rico em nutrientes devido as minhocas ingerirem e digerirem os resíduos orgânicos constituídos de matéria orgânica. Assim, através dos estudos realizados, foi possível concluir que a utilização de resíduos e lixos domésticos, pode ser considerada um método viável para a produção de compostagens caseiras. Além disso, também foi possível realizar a quantificação de um adubo orgânico produzido com a utilização de lixo, onde, os melhores resultados foram obtidos durante a utilização de minhocas no processo de compostagem. Sendo assim, a utilização de lixo doméstico apresentou positiva viabilidade na produção de compostagem.

Palavras-chave: Adubo Orgânico. Compostagem. Vermicompostagem.

ABSTRACT

More than 50% of the mass of garbage collected and destined to landfills represents the organic matter produced in the residences and only 3% is used in composting processes. The composting is a transformation of organic waste into humidified fertilizers and can also be produced with the addition of earthworms. The vermicomposting is a type of compost that uses earthworms to degrade organic matter more quickly and also to produce humus as a substrate, which is a fertilizer rich in nutrients, making it ideal for growing plants. In this way, using household waste in the production of composting and vermicomposting is a way to produce organic fertilization or humus in order to increase soil fertility and ensure nutrient enrichment, reducing the amount of waste in landfills. Thus, the objective of this work was to quantify an organic fertilizer produced through the use of household waste and to analyze the macro and micronutrients produced in the presence and absence of California Redworms (*Eisenia foetida*) in the composting process. The production of the composter was made from the use of household refuse, such as: sludge (coffee and tea); peels (fruits, vegetables and legumes), grass and earthworms. Household garbage collection was carried out in a residence with four residents in the period of 30 days, where approximately 1g of waste was collected weekly and, at the end of one month, an amount of 4,465g was collected. In a third-party laboratory, macro and micronutrient analyzes were performed on samples of pure soil, composting without earthworm and composting with earthworm, where, among the values obtained in the three samples, those with the highest concentrations of nutrients were the compost samples with addition of earthworms, because in the process of vermicomposting, a product richer in nutrients is obtained because the worms ingest and digest the organic residues constituted of organic matter. Thus, through the studies carried out, it was possible to conclude that the use of household waste and residues can be considered a viable method for the production of home composting. In addition to that, it was also possible to quantify an organic fertilizer produced with the use of garbage, where the best results were obtained during the use of earthworms in the composting process. Therefore, the use of household waste presented positive viability in the production of composting.

Keywords: Organic Fertilizer. Composting. Vermicomposting.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Separação Correta dos Resíduos.....	17
Figura 2: Chorume: Matéria Orgânica, Metais Pesados e Água das Chuvas.....	19
Figura 3: Estrutura Molecular do Gás Metano.....	20
Figura 4: Estrutura Molecular do Gás Carbônico.....	21
Figura 5: Composto.....	22
Figura 6: Ciclo Ecológico.....	23
Figura 7: Fases da Compostagem.....	28
Figura 8: Minhoca Vermelha da Califórnia (<i>Eisenia foetida</i>).....	34
Figura 9: Cascas de Frutas e Legumes.....	40
Figura 10: Primeira Etapa.....	41
Figura 11: Segunda Etapa.....	42
Figura 12: Terceira Etapa.....	42
Figura 13: Quarta Etapa.....	42
Figura 14: Quinta Etapa.....	43
Figura 15: Sexta Etapa.....	43
Figura 16: Sétima Etapa.....	43
Figura 17: Oitava Etapa.....	44
Figura 18: Nona Etapa.....	44
Figura 19: Amostra de terra pura, com minhoca e sem minhoca utilizada na produção da Composteira.....	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Quadro de Classificação dos Resíduos Sólidos.....	18
Tabela 2: Resíduos Gerados em uma Residência com 4 moradores.....	41
Tabela 3: Teores de Macronutrientes Determinado nas Amostras.....	46
Tabela 4: Teores de Micronutrientes Determinado nas Amostras.....	48
Tabela 5: Limite de Interpretação dos Teores de Micronutrientes e pH.....	50

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	14
2.	HISTÓRIA DO LIXO.....	16
3.	RESÍDUOS.....	18
3.1	CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS.....	18
3.1.1	Chorume.....	19
3.1.2	Gás Metano.....	20
3.1.3	Gás Carbônico.....	21
4.	COMPOSTAGEM.....	22
4.1	MATÉRIA ORGÂNICA.....	23
4.1.1	Classificação.....	23
4.2	DECOMPOSIÇÃO BIOLÓGICA DO LIXO.....	24
4.2.1	Decomposição Anaeróbia.....	24
4.2.2	Decomposição Aeróbia.....	25
5.	FATORES QUE INFLUENCIAM A COMPOSTAGEM.....	26
5.1	AERAÇÃO.....	26
5.2	UMIDADE.....	26
5.3	TEMPERATURA.....	26
5.3.1	Fase Mesofílica.....	27
5.3.2	Fase Termofílica.....	27
5.3.3	Fase de Resfriamento.....	27
5.3.4	Fase de Maturação.....	27
5.4	COMPACTAÇÃO DO SOLO.....	28
5.5	TEMPO DE COMPOSTAGEM COM E SEM MINHOCA.....	30

5.6	RELAÇÃO CARBONO E NITROGÊNIO (C/N).....	31
5.7	pH.....	31
5.8	VANTAGENS DA COMPOSTAGEM ORGÂNICA.....	32
6.	VERMICOMPOSTAGEM.....	33
6.1	HÚMUS.....	34
7.	TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS COM ALUNOS DO ENSINO MÉDIO.....	35
7.1	AULA EXPERIMENTAL.....	35
7.2	OBJETIVO.....	36
7.3	MATERIAIS.....	36
7.3.1	Resíduos Orgânicos.....	36
7.3.2	Resíduos Secos.....	37
7.4	PROCEDIMENTO.....	37
8.	MATERIAIS E MÉTODOS.....	38
8.1	MATERIAIS.....	38
8.1.1	Composteira.....	38
8.2	MÉTODOS.....	38
8.2.1	Composteira.....	38
8.2.2	Compostagem.....	39
8.2.3	Análise de Macro e Micronutrientes.....	39
9.	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	40
9.1	PRODUÇÃO DA COMPOSTAGEM.....	40
9.2	ANÁLISE DE MACRONUTRIENTES.....	45
9.3	ANÁLISE DE MICRONUTRIENTES.....	48
10.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	52
	REFERÊNCIAS.....	53

1. INTRODUÇÃO

O estudo realizado por Jacob; Besen (2011) aponta que mais de 50% da massa do lixo coletado e destinado a aterros sanitários, representam a matéria orgânica produzida nas residências e, que apenas 3%, são aproveitados em processos de compostagem. Contudo, a matéria orgânica descartada sofre decomposição, emitindo gases de efeito estufa e contribuindo para o aquecimento global, causando mudanças climáticas por serem gases tóxicos ao meio ambiente.

A composição química dos gases gerados em aterros trata-se de uma mistura de diversos gases, como: o metano (CH_4), o dióxido de carbono (CO_2), a amônia (NH_3), o hidrogênio (H_2), o gás sulfídrico (H_2S), o nitrogênio (N_2) e o oxigênio (O_2). Onde, o metano e o dióxido de carbono são os principais gases tóxicos gerados pela decomposição anaeróbia dos resíduos orgânicos (BRASIL, s.d.).

A má gestão e disposição de resíduos sólidos acarretam em problemas socioambientais como a degradação do solo, a contaminação de águas subterrâneas, o aumento de enchentes, a poluição do ar e o aumento de vetores (insetos, moscas, baratas e ratos). Assim, os aterros sanitários precisam estar em boas condições para que ocorra a disposição final adequada do lixo (JACOB; BESEN, 2011).

Define-se como compostagem a transformação de resíduos orgânicos através de processos físicos, químicos e biológicos, onde, esses resíduos são transformados em adubos humificados, que também são classificados materiais escuros e conhecidos como húmus ou terra preta (SILVA; LANDGRAF; REZENDE, 2013).

A vermicompostagem é um tipo de compostagem que utiliza minhocas e micro-organismos naturais para degradar a matéria orgânica. O processo ocorre mais rápido que a compostagem sem minhocas, afinal, o papel das minhocas neste processo além de promover a aceleração do composto é também produzir como substrato o húmus de minhoca. Este, por ser um adubo rico em nutrientes, torna-se ótimos para o cultivo de plantas (AQUINO; OLIVEIRA; LOUREIRO, 2005).

A proposta de utilizar a adubação orgânica ou húmus pronto é aumentar a fertilidade do solo, para alimentar as plantas garantindo um enriquecimento de nutrientes e, desta forma, contribuir para a vida útil dos aterros sanitários. Assim, quantificar o lixo orgânico

produzido nas residências pode garantir o conhecimento da quantidade de resíduos dispensados e que poderiam ser mais bem aproveitados, fornecendo nutrientes para o solo e diminuindo o montante do lixo em outros aterros sanitários.

Este trabalho teve como objetivo quantificar um adubo orgânico produzido através da utilização do lixo doméstico e analisar os macros e micronutrientes produzidos na presença e na ausência de Minhocas Vermelha da Califórnia (*Eisenia foetida*) no processo de compostagem.

2. HISTÓRIA DO LIXO

A palavra lixo tem origem no termo em latim *Lix*, que significa cinzas por fazer referência às cinzas dos fogões. É considerado como lixo tudo aquilo que se varre da casa, do jardim e da rua; o entulho; aquilo que não presta e se joga fora; sujidades, sujeiras e imundícies; coisas inúteis e velhas sem valores. Contudo, de forma mais ampla, o lixo é classificado como todo o tipo de restos de atividades humanas, considerados pelos geradores como inúteis, indesejáveis e/ou descartáveis (MUCELIN; BELLINI, 2008).

O lixo, antes da Revolução Industrial do século XIX, não era um problema para a população, pois todo o lixo proveniente do que eles consumiam, era descartado no próprio quintal de suas residências por ser basicamente constituído somente por matéria orgânica, degradando-se no solo e, assim, tornando-se um ponto positivo, porque a população tornava-se livre de doenças provocadas pelo excesso de animais hospedeiros, como ratos, baratas, moscas e outros (RIBEIRO, s.d.).

Após a Revolução Industrial, houve um grande aumento de produção e consumo, dando início a uma nova era, onde, o novo estilo de produção induzia a sociedade contemporânea a cultivar os valores sociais positivos do interesse de seus próprios donos, acarretando no aumento da população e, conseqüentemente, aumentando de forma assustadora o volume de lixo (MOMBRINI, 2005).

A Lei nº 12.305 de 2 de agosto de 2010, art. 9º, estabelece que durante a gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, é importante priorizar a seguinte ordem de cuidado: a não geração, a redução, a reutilização, a reciclagem, o tratamento dos resíduos sólidos e a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (BRASIL, 2011).

Segundo Andrade (2010), o brasileiro produzia em média de 600 gramas a 1 quilo de lixo diariamente, o que correspondia a 240 mil toneladas de lixo produzidas diariamente, considerando a população do país no ano de 2010. Entretanto, o consumo de lixo entre 2010 e 2014 teve um avanço cinco vezes maior em relação ao crescimento populacional, porém 38% dos brasileiros (78 milhões de pessoas) continuavam sem acesso a serviços de tratamento e destinação adequada de resíduos (GRANDELLE; ALENCAR, 2015).

Cada cidadão deve ter a consciência de fazer a separação correta do lixo para que ele possa ser recolhido e levado para o local adequado e, assim, ajudando minimizar os

impactos ambientais. A separação do lixo deve ser destinada a três tipos de recipientes: um para o lixo úmido, um para rejeitos e outro recipiente para o lixo reciclável (plástico, metal, vidro e papel), todos devidamente limpos e secos. As pilhas e baterias não podem ser descartadas no lixo doméstico, pois contém metais pesados e contaminam o meio ambiente (ALVES et al., 2012).

A figura 1 representa a separação correta do lixo.



Figura 1: Separação Correta dos Resíduos (FÁVERO; CAMILO, 2017)

3. RESÍDUOS

A maioria dos resíduos sólidos encontra-se nas residências. Porém, é dever de cada cidadão contribuir com a disposição correta do lixo para que não cause tantos efeitos negativos ao meio ambiente. Separar os resíduos em suas próprias residências e destiná-los a reciclagem são métodos para dispor o lixo de forma correta (DEMAJOROVIC, 1995).

3.1 CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

Segundo a NBR 10.004/2004 da ABNT (1987), os resíduos também podem ser classificados pela natureza, sendo:

CLASSIFICAÇÃO	DEFINIÇÃO	EXEMPLOS
Classe I Resíduos Perigosos	São aqueles que apresentam periculosidades ou uma das características: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade	Lixo hospitalar contaminantes, produtos químicos de indústrias, óleos, cinzas de metais preciosos, pilha, bateria e pesticidas
Classe II Não-Inertes	São aqueles que apresentam propriedades: combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água	Resto de alimentos, papel, palha de aço, agulhas, latas e fiação elétrica
Classe III Inertes	São aqueles que não se degradam ou não se decompõem quando dispostos no solo (se degradam muito lentamente), sendo muitos destes resíduos recicláveis	Tijolo, plástico, borracha, entulhos de demolição, pedras e areias retiradas de escavações

Tabela 1: Quadro de Classificação dos Resíduos Sólidos (ABNT, 1987)

Os resíduos orgânicos nos lixões geram Chorume, Gás Metano e Dióxido de Carbono. Porém, alguns aterros utilizam a incineração controlada para reduzir o lixo nos aterros

sanitários. Entretanto, a incineração é confundida com a queima a céu aberto e isso causa danos ao meio ambiente. Assim, o correto é separar os resíduos orgânicos e reciclá-los para evitar o impacto ambiental (JUNIOR, 2011).

3.1.1 Chorume

Segundo Lay-Ang (s.d.) o chorume, representado na figura 2, é um líquido escuro e de odor desagradável gerado pela degradação dos resíduos em aterros sanitários.

É um líquido viscoso, com cheiro bastante forte e altamente poluente, pois é composto por diversas substâncias, incluindo matéria orgânica, metais pesados, outros produtos tóxicos e também excrementos humanos e animais. Além disso, tem um grande potencial de atrair vetores de doenças (LIMA, s.d.).



Figura 2: Chorume: Matéria Orgânica, Metais Pesados e Água das Chuvas (LAY-ANG, s.d.)

O chorume é originado de três diferentes fontes, sendo elas: a umidade natural do lixo (aumentando no período chuvoso); a água de constituição da matéria orgânica, que escorre durante o processo de decomposição; e as bactérias existentes no lixo, que expelem enzimas (são essas que dissolvem a matéria orgânica com formação de líquido) (SERAFIM et al., 2003).

O estudo realizado por Serafim et al. (2003) informa que, devido o chorume apresentar substâncias altamente solúveis, ele pode contaminar as águas do subsolo nas

proximidades do aterro, podendo apresentar consequências extremamente sérias para o meio ambiente e para a saúde pública por apresentar compostos altamente tóxicos.

O chorume apresenta uma elevada concentração de Demanda Biológica de Oxigênio (DBO), que é um parâmetro utilizado para determinar a quantidade de oxigênio necessária na degradação da matéria orgânica por processos bioquímicos. Porém, o aumento desse índice representa um grave problema ambiental: quando a necessidade de oxigênio é muito alta pode ocorrer a decomposição anaeróbia da matéria (sem presença de oxigênio), o que leva à produção de gases tóxicos como metano, gás carbônico, mercaptanas, amônia, fenóis e outros (CARDOSO, s.d.).

3.1.2 Gás Metano

O Gás Metano (CH_4), representado na figura 3, é um gás natural, incolor, apolar, apresenta geometria molecular tetraédrica, é insolúvel em água e inflamável quando entra em contato com o ar. Esse gás é gerado a partir da decomposição anaeróbia de resíduos orgânicos nos aterros (ZANONI et al., 2015).

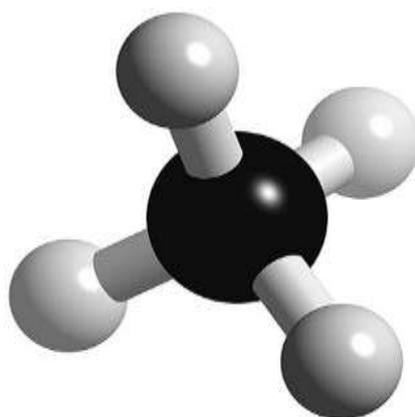


Figura 3: Estrutura Molecular do Gás Metano (OLIVEIRA et al., 2009)

O metano apresenta capacidade de reter calor 23 vezes mais que o gás carbônico e, quando é lançado na atmosfera, pode durar até cerca de 20 anos e, por isso, este gás é considerado o responsável por um terço do aquecimento global (OLIVEIRA et al., 2009).

3.1.3 Gás Carbônico

O Gás Carbônico (CO_2), representado na figura 4, encontrado naturalmente na atmosfera, é produzido pela queima de qualquer matéria orgânica nos aterros sanitários. A atmosfera é formada por uma mistura de gases, onde, o dióxido de carbono compõe apenas 0,03% do ar atmosférico, sendo este um dos principais responsáveis do efeito estufa (CARDOSO, s.d.).

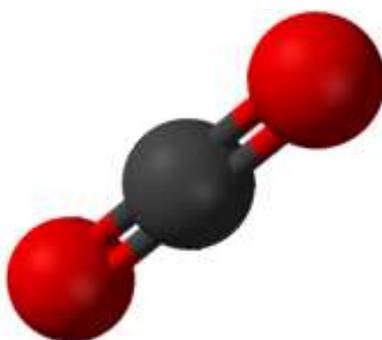


Figura 4: Estrutura Molecular do Gás Carbônico (CARDOSO, s.d.)

A incineração do lixo é realizada com o intuito de diminuir o volume de resíduos e, assim, evitar a proliferação de odores desagradáveis e doenças. Porém, compostos orgânicos presentes no lixo, como a madeira, o papel e o plástico e que quando queimados a elevadas temperaturas (de 800°C a 1000°C) são reduzidos a cinzas, vapores de água e gás carbônico (CO_2), exalam várias substâncias poluentes e tóxicas para o ar (CAIXETA, 2005).

4. COMPOSTAGEM

A compostagem é o processo de transformação dos resíduos orgânicos (sobras de culturas, frutas, verduras, dejetos de animais, etc) a partir da ação microbiana do solo e através de processos físicos, químicos e biológicos, em adubos humificados chamados de compostos. A técnica de compostar ajuda na redução das sobras de alimentos, tornando-se uma solução fácil para reciclar os resíduos domiciliares gerados (SECTAM, 2003).

O composto, representado na figura 5, é um adubo orgânico que entra em decomposição a partir de restos de animais e vegetal e que ao entrar em fermentação, conduz a matéria-prima a humificação, transformando toda a matéria orgânica em um produto mais estável e, assim, podendo ser utilizado como fertilizante orgânico (SILVA, 2008).



Figura 5: Composto

Na produção de uma composteira, pode ser utilizado a vontade produtos como: frutas, legumes, verduras, grãos e sementes, sachê de chá (sem etiqueta) e erva de chimarrão, borra e filtro de café, cascas de ovos, palhas, folhas secas, serragem, gravetos, palitos de fósforo e dentais e podas de jardim. Entretanto, frutas cítricas, alimentos cozidos, guardanapos, papel toalha, laticínios e flores e ervas (medicinais ou aromáticas) podem ser utilizadas, mas evitando que sejam adicionados em grandes quantidades. Já produtos como carnes, limão, temperos fortes (pimenta, alho, cebola), óleos e gorduras, líquidos (iogurtes, leite, caldos de sopa, feijão), fezes de animais domésticos e papéis (higiênicos, jornais e papelões), não podem ser adicionados em uma composteira (MORADA DA FLORESTA, 2014).

4.1 MATÉRIA ORGÂNICA

A matéria orgânica do solo é produzida por organismos vivos, como vegetais, animais, fungos e micro-organismos. Trata-se de uma mistura de materiais substancialmente decompostos denominados como húmus. Estas substâncias são conhecidas como ácidos húmicos, ácidos fúlvicos e huminas e têm um papel muito importante na fertilidade de um solo. As substâncias húmicas também têm imensa capacidade de reter água no solo, liberando-a lentamente para a planta e controlando sua água capilar (ZONA AGRO, s.d.).

Além de ser fonte de nutrientes também é responsável pelo aumento da capacidade de troca de cátions (CTC) do solo que, devido a sua alta reatividade, regula a disponibilidade de vários nutrientes, como os micronutrientes e Al^{3+} e Mn^{2+} em solos ácidos e metais pesados que tem efeitos tóxicos sobre as plantas (ZANDONADI et al., 2014).

4.1.1 Classificação

A matéria orgânica está presente no lixo em média 60%, podendo ser transformada em composto orgânico e voltar ao ciclo ecológico como composto humificado para recuperar o solo para a agricultura (BRAGA et al., 2002). O ciclo ecológico está representado na figura 6.



Figura 6: Ciclo Ecológico (BRAGA et al., 2002)

Os ácidos húmicos são a fração escura extraída geralmente em meio alcalino e insolúvel em meio ácido diluído (ZANDONADI et al., 2014).

Os ácidos fúlvicos são frações coloridas alcalino-solúvel que se mantêm em solução após a remoção dos ácidos húmicos por acidificação e são hidrossolúveis e possuem um maior conteúdo de grupos funcionais ácidos (OLIVEIRA, 2011).

A humina é insolúvel em meio ácido e básico e tem maior grau de polimerização que os ácidos fúlvicos e húmicos (MOREIRA, 2007).

4.2 DECOMPOSIÇÃO BIOLÓGICA DO LIXO

O lixo é classificado quanto a sua composição em resíduos inertes: os não susceptíveis que sofrem decomposição biológica e os resíduos sólidos que se decompõem biologicamente e, essa decomposição, se dá por processos aeróbios e anaeróbios (SANTOS, 2007).

4.2.1 Decomposição Anaeróbia

Na compostagem anaeróbia, a decomposição é realizada por micro-organismos que podem viver em ambientes sem a presença de oxigênio. Ocorre em baixa temperatura, com exalação de fortes odores e leva mais tempo até que a matéria orgânica se estabilize (MONTEIRO, 2001).

Segundo Cruz (2013), o processo anaeróbio ocorre em quatro etapas, sendo elas:

- Primeira Etapa: a matéria orgânica é transformada em compostos de ácidos graxos, aminoácidos e açúcares, pela ação dos micro-organismos hidrolíticos.
- Segunda Etapa: as bactérias acidogênicas transformam os ácidos e açúcares em compostos como ácidos graxos de cadeia curta, ácido acético, H_2 e CO_2 .
- Terceira Etapa: estes produtos são transformados principalmente em ácido acético, H_2 e CO_2 , pela ação das bactérias acetogênicas.
- Quarta Etapa: os micro-organismos metanogênicos transformam esses substratos em CH_4 e CO_2 .

4.2.2 Decomposição Aeróbia

É a decomposição realizada por micro-organismos que só vivem na presença de oxigênio e a sua temperatura pode chegar até 70°C. Não apresenta odores fortes e é considerada a decomposição mais rápida, pois o oxigênio influencia no tempo de atividade dos micro-organismos aeróbios presentes no lixo, permitindo, assim, que ocorra de forma mais veloz. Além do mais, fatores como umidade, temperatura e granulometria influenciam na presença do oxigênio, conferindo odores menos desagradáveis e, por isso, é o processo mais indicado para tratamento do lixo doméstico, pois gera gás carbônico, vapor de água e sais minerais, que são substâncias indispensáveis ao crescimento de todos os vegetais, o qual gera o húmus, ótimo adubo para o solo (PEREIRA; GONÇALVES, 2011).

5. FATORES QUE INFLUENCIAM A COMPOSTAGEM

5.1 AERAÇÃO

É responsável por fornecer oxigênio para os microrganismos que realizam a decomposição dos resíduos orgânicos. A falta de oxigênio pode liberar odores desagradáveis, como o gás sulfídrico, pois, a decomposição é um processo de oxidação biológica das moléculas ricas em carbono com liberação de energia. Essa energia então é consumida pelos organismos e os nutrientes liberados são consumidos pelas plantas (SARTORI et al., s.d.).

5.2 UMIDADE

A umidade ideal para as compostagens variam de 50 a 60%, onde, ela é importante para a atividade metabólica e fisiológica dos microrganismos. Materiais com 30% de umidade inibem a atividade microbiana, pois o excesso de umidade faz com que provoque o retardamento do processo, condições de anaeróbia e lixiviação de nutrientes. Entretanto, a matéria orgânica decomposta é hidrófila e as moléculas de água se aderem fortemente à superfície das partículas, assim, saturam os seus micro e macroporos e afetam as propriedades físicas e químicas do composto. A umidade interfere também indiretamente na temperatura do processo de compostagem, que é uma consequência da atividade metabólica dos micro-organismos, que ocorre na fase aquosa (VALENTE et al., 2009).

5.3 TEMPERATURA

A temperatura é um fator importante na transformação da matéria orgânica, pois a temperatura aumenta com aumento da atividade microbiana. As maiores temperaturas ocorrem na fase termofílica, que é a fase que possibilita a eliminação de micróbios patogênicos e sementes de ervas daninhas. Na variação da temperatura na

compostagem, foram identificadas quatro importantes fases da temperatura durante o processo, sendo elas: a fase mesofílica, a fase termofílica, a fase de resfriamento e a fase de maturação (BERNAL et al., 1998).

5.3.1 Fase Mesofílica

É a fase em que predominam as temperaturas moderadas, podendo chegar até cerca de 40 °C e tem duração média de dois a cinco dias (BERNAL et al., 1998).

5.3.2 Fase Termofílica

É a fase mais longa e se estende por aproximadamente dois meses, sendo caracterizada pela atuação de fungos e bactérias que sobrevivem em ambientes com temperaturas mais elevadas que os mesofílicos e irão atuar sobre a matéria orgânica, degradando as moléculas mais complexas. Nesta fase, a temperatura das pilhas de compostagem pode atingir de 65 a 70°C, possibilitando também a higienização do composto e a morte de eventuais micro-organismos patogênicos presentes (CASTALDI et al., 2005).

5.3.3 Fase de Resfriamento

É marcada pela queda da temperatura para valores da temperatura ambiente. É nesta fase que ocorre uma dificuldade no controle de sementes daninhas, larvas, insetos, etc (BERNAL et al., 1998).

5.3.4 Fase de Maturação

É na fase da fermentação que ocorre o período de estabilização que produz um composto maturado, altamente estabilizado, humificado e livre de toxicidade (KIEHL, 1998).

Durante o processo de compostagem é possível observar três fases. A fase inicial e rápida é denominada como fitotoxicidade ou como fase de composto cru ou imaturo, a segunda fase é classificada como semi-cura ou bioestabilização e a terceira fase é chamada de humificação e esta acompanhada da mineralização de determinados componentes da matéria orgânica. As fases da compostagem relacionando a temperatura do composto no tempo estão representadas na figura 7 (KIEHL, 1998).

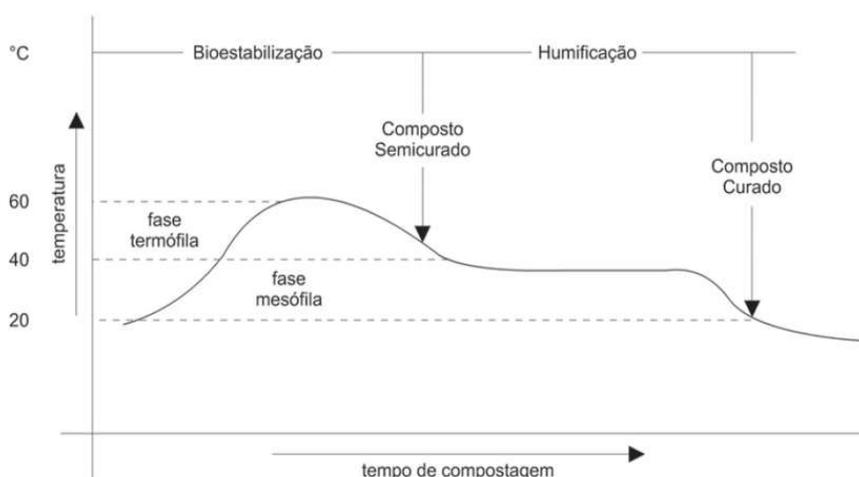


Figura 7: Fases da Compostagem (D'ALMEIDA; VILHENA, 2000)

5.4 COMPACTAÇÃO DO SOLO

Define-se como solo, toda a formação de um local por forças naturais onde ocorre a sedimentação de alguns materiais. Trata-se da porção da superfície material da crosta terrestre, não consolidado, que, ordinariamente, se distingue das rochas que sofreram decomposição de suas partículas a partir da agitação da água. É a porção da superfície terrestre onde se anda, se constrói e ainda podem ser desenvolvidas várias atividades (SILVA, 2008).

Quando se compacta um solo, há aumento na sua resistência e a sua porosidade total é reduzida à custa dos poros maiores. Com isso, o conteúdo volumétrico de água e a capacidade de campo são aumentados, enquanto a aeração, a taxa de infiltração de água e a condutividade hidráulica do solo saturado são reduzidas. Como consequência, o escoamento superficial de água pode aumentar e o crescimento das plantas serem reduzidos em virtude da diminuição da disponibilidade de água, da restrição ao

crescimento das raízes e da aeração deficiente. Entretanto, a compactação pode aumentar a tração e, conseqüentemente, a eficiência das máquinas movimentando-se na área (REICHERT; SUZUKI; REINERT, 2007).

A compactação do solo nada mais é do que um processo manual ou mecânico que objetiva reduzir o volume de seus vazios e, assim, torná-lo mais estável, aumentando sua resistência (SILVA, 2008). Está relacionada à porosidade e densidade do solo e à penetração e teor de umidade, podendo causar efeitos na compactação das plantas, como: planta mais baixa, má coloração das folhas, raízes mal formadas, etc (MANTOVANI, 1987).

Os solos minerais são constituídos por uma mistura de partículas sólidas de natureza mineral e orgânica, ar e água, formando um sistema trifásico, sólido, gasoso e líquido (REINERT; REICHERT, 2006).

A constituição de um solo determina o melhor método de compactação a ser utilizado. Cada tipo de solo se comporta de forma diferente com respeito à densidade máxima e umidade ótima. Assim, cada tipo de solo tem suas exigências e controles próprios e individuais, tanto no campo como para fins de testes (SILVA, 2008). Segundo os estudos realizado por Pena (s.d.), os solos possuem uma ampla variedade, apresentando diferentes cores, texturas, porosidades e outras características, sendo os seus principais tipos:

- Arenoso: são aqueles que mais sofreram com as ações do intemperismo. Possuem uma grande quantidade de minerais primários e oferecem grandes dificuldades para a permanência de plantas e micro-organismos em função da sua elevada porosidade e permeabilidade, impedindo o acúmulo de água e nutrientes.
- Argiloso: é composto por ferro e alumínio, sendo bastante úmidos em face de sua baixa permeabilidade. Trata-se de um solo fértil, permitindo a presença de vegetações, porém não é indicado para a prática da agricultura.
- Organossolos ou Orgânico: é possível encontrar materiais orgânicos em processo de decomposição, apresentando grande facilidade com o plantio, considerando a existência de húmus que é um dos principais resíduos da decomposição que contribui na produção de nitrogênio.
- Solos Siltosos: apresenta em sua composição partículas de silte podendo facilitar a erosão do mesmo.

- Latossolos: são solos desgastados em sua superfície, podendo acarretar em erosões. Podem ser vermelhos, amarelos e alaranjados, onde, a coloração varia de acordo com a disponibilidade de minerais.
- Árido: são solos que se formaram em regiões com baixos índices de chuvas, com pouquíssimas quantidades de água e que sofrem bastante com as ações do intemperismo, apresentando pouca fertilidade.
- Solo Lixiviado: contém em sua composição pouca ou nenhuma quantidade de nutrientes e sais minerais, devido a sua localização em áreas com grande ocorrência de chuvas que leva facilmente esses nutrientes, deixando o solo totalmente desfavorecido de potássio e nitrogênio.
- Solos Negros das Planícies e das Pradarias: contêm em sua composição grandes quantidades de matéria orgânica.
- Solos de Montanhas: é considerado um solo jovem por estar em formação ou ter acabado de se formar.

Segundo o portal Só Biologia (s.d.), para se preparar uma compostagem caseira, o ideal é utilizar solo Orgânico ou Organossolo, pois este é extremamente fértil devido à elevada quantidade de nutrientes oriundos da decomposição de plantas, corpos de animais e micro-organismos.

5.5 TEMPO DE COMPOSTAGEM COM E SEM MINHOCA

A compostagem é um processo de decomposição aeróbica caracterizada por acarretar em desprendimento de gás carbônico, água (na forma de vapor), energia por causa da ação dos micro-organismos e por produzir o composto, um produto homogêneo e relativamente estável. Porém, o composto também pode passar pelo processo de vermicompostagem que é o resultado da combinação da ação de minhocas e dos micro-organismos que habitam seus intestinos, dando origem ao vermicomposto (LOUREIRO et al., 2007).

O esterco funciona como uma fonte de micro-organismos, promovendo a redução do tempo da maturação do composto. Dessa forma, a adição de micro-organismos favorece a decomposição inicial dos resíduos orgânicos, o que reduz o tempo da vermicompostagem (LOUREIRO et al., 2007).

A vermicompostagem, em comparação ao composto produzido sem as minhocas, acelera a estabilização da matéria orgânica, produz um composto com menor relação C/N, apresenta maior capacidade de troca catiônica aumentando nutrientes minerais (N, P e K) e produz maior quantidade de substâncias húmicas (COTTA et al., 2015).

Resumidamente, na compostagem ocorre a degradação dos resíduos orgânicos de uma maneira mais lenta, mas a vermicompostagem pode acelerar o processo com geração de produtos como chorume, húmus e farinha de minhoca (CARLESSO; RIBEIRO; HOEHNE, 2011).

5.6 RELAÇÃO CARBONO E NITROGÊNIO (C/N)

A relação Carbono/Nitrogênio (C/N) da matéria orgânica a ser composta é um importante fator para a velocidade do processo de compostagem. O resíduo orgânico doméstico (restos de alimentos) é rico em nitrogênio (N) enquanto que restos de gramas, folhas e galhos são ricos em carbono (C). Entretanto, a proporção C/N é que regula a ação dos micro-organismos na transformação dos resíduos em adubo, sendo necessária a mistura destes resíduos. A proporção C/N recomendada está na faixa de 25/1 a 35/1, exemplificando, precisa-se de 25 partes de Carbono (C) para cada parte de Nitrogênio (N) (ROSSI, 2015).

A concentração de nitrogênio e a relação atômica C/N são os principais fatores que determinam a habilidade na liberação do nitrogênio dos resíduos. Relações muito baixas causam perdas praticamente inevitáveis de nitrogênio na forma de amônia, enquanto os valores mais altos tornam o processo mais prolongado. Já as partículas maiores necessitam de maior prazo para ser decompostas, pois o excesso de umidade retarda o processo e a falta de água paralisa o processo. Assim, há uma relação existente entre o tempo de compostagem, a temperatura e o pH (COTTA et al., 2015).

5.7 pH

O pH do composto pode ser um indicativo do estado de compostagem dos resíduos orgânicos. Durante as primeiras horas de compostagem, o pH decresce até valores de

aproximadamente 5 e posteriormente, aumenta gradualmente com a evolução do processo de compostagem, alcançando, finalmente, valores entre 7 e 8. À medida que os fungos e as bactérias digerem a matéria orgânica, libertam-se ácidos que se acumulam e acidificam o meio. Este abaixamento do pH favorece o crescimento de fungos e a decomposição da celulose e da lignina. Posteriormente estes ácidos são decompostos até serem completamente oxidados (BRITO, 2006).

5.8 VANTAGENS DA COMPOSTAGEM ORGÂNICA

A utilização de compostagens com resíduos orgânicos acarreta em uma redução de 50% do lixo que é destinado ao aterro e, além disso dá para economizar aterros, reaproveitando áreas com novos investimentos. Outras vantagens de se utilizar a compostagem orgânica é que pode-se aproveitar matéria orgânica, enriquecer as plantas com nutrientes aplicados ao solo, eliminar patógenos (fungos e protozoários), economizar no tratamento de efluentes e, principalmente, garantir um processo ambiental seguro (PEREIRA; GONÇALVES, 2011).

6. VERMICOMPOSTAGEM

A vermicompostagem é o processo que através da criação de minhocas realiza-se a reciclagem de resíduos orgânicos. É um método utilizado para destinar o lixo domiciliar e reduzir o impacto ambiental. Assim, o processo de compostagem e a ação das minhocas alteram qualitativamente e quantitativamente a composição das substâncias húmicas dos materiais orgânicos (AQUINO, 2011).

O processo das minhocas nos resíduos orgânicos (Vermicompostagem) acelera e enriquece o processo de transformação em adubo orgânico. O trato digestivo das minhocas é enriquecido com hormônios e outras substâncias de crescimento que favorecem a nutrição equilibrada das plantas e resistência às doenças. Dos resíduos orgânicos ingeridos pelas minhocas, 40% são para seu próprio consumo e 60% excretados é transformado em húmus que é constituído por nutrientes em formas mais assimiláveis às plantas (ANJOS; ANDRADE, 2008).

As minhocas são hermafroditas, assim, após o contato em ambos os sexos, ocorre uma fecundação. Cerca de 4 dias depois dá-se a formação dos casulos, que é uma espécie de bolsa que se forma no clitelo. E para o desenvolvimento do embrião leva de 14 a 44 dias, onde, com média de 23 dias ocorre o nascimento de 3 a 5 minhocas por casulo. As minhocas filhas podem atingir sua maturidade de reprodução após 40 a 60 dias (AQUINO; ALMEIDA; SILVA, 1992).

Uma das espécies mais utilizadas para produção do húmus é a minhoca Vermelha da Califórnia (*Eisenia foetida*), que além de se adaptar facilmente às condições de cativeiro, também apresenta uma grande capacidade de produção de húmus e uma alta velocidade de reprodução. As minhocas não possuem olhos e nem boca e por isso a sua direção não é muito boa. Mas, o sentido mais desenvolvido na minhoca é o seu paladar e tato (SCHIEDECK; GONÇALVES; SCHWENGBER, 2006).



Figura 8: Minhoca Vermelha da Califórnia (*Eisenia foetida*) (SILVA et al., 2008)

As minhocas não toleram ambientes encharcados, pois realizam respiração cutânea e, quando há acúmulo excessivo de água, elas saem e procuram ambientes sombreados e úmidos (ROCHA, 2015).

6.1 HÚMUS

O húmus é produzido pelas excreções da minhoca e, quando liberado ao solo, é enriquecido com seus nutrientes e atua de forma favorável para as plantas auxiliando em seu desenvolvimento (SCHIEDECK; GONÇALVES; SCHWENGBER, 2006).

É um adubo bastante estável e que é utilizado como fonte de nutrientes, podendo ser produzido em grande quantidade apresentando um custo baixo (WEINÄRTNER; ALDRIGHI; MEDEIROS, 2006).

Depois das aplicações de húmus, o solo adquire uma cor mais escura e absorve melhor o calor e, com isso, o solo aquece mais rápido e no processo de decomposição da matéria orgânica o solo libera calor devido as grandes quantidade de matéria orgânica presente (ROCHA, 2015).

7. TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS COM ALUNOS DO ENSINO MÉDIO

A Química visa o aprendizado na área das Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias e na qualidade da disciplina para o desenvolvimento intelectual dos alunos. Porém, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's) de Química, estão preocupados diante das dificuldades impostas por alunos em aprender Química, da importância em estudar esta disciplina, levando em consideração que a dificuldade diante do conceito também está relacionada ao modo que o conhecimento é transmitido para o aluno (PAZ et al., 2010).

A Química é considerada pelos alunos como uma disciplina complexa e de alta dificuldade. O ensino da Química no Ensino Médio baseia-se apenas na teoria, ou seja, conceitos, regras, fórmulas e classificações. Diante disso, percebe-se que os alunos não assimilam o conteúdo estudado com o seu cotidiano. Essa abordagem teórica faz com que eles apenas memorizem o conteúdo estudado (VEIGA; QUENENHENN; CARGNIN, 2012).

Os professores enfrentam grandes dificuldades em sala de aula no objetivo de prender a atenção de seus alunos, pois os motivos que os deixam dispersos e com falta de interesse são muitos. Sendo assim, seria necessária a implantação de aulas práticas ou uma didática diferenciada para os alunos se interessarem nos conceitos a serem aplicados.

7.1 AULA EXPERIMENTAL

O destino final do lixo é um dos agravantes da degradação do meio ambiente. Não há como não produzir lixo, mas é possível reduzir a sua produção e reutilizá-lo e, a conscientização da população, é um fator muito importante para as políticas ambientais (PERSICH, 2014).

Estimular a adoção de atitudes cotidianas nas escolas é uma maneira de evitar a agressão dos recursos naturais e mantendo, assim, uma postura responsável em relação

ao meio ambiente, incentivando o aluno na aprendizagem adquirida na escola e aplicando também em sua própria residência e, desta forma, garantir um meio ambiente saudável e uma boa qualidade de vida (BRUM, 2011).

Um projeto de compostagem na escola é uma ótima maneira de mostrar aos alunos na prática uma forma simples e eficaz de diminuir a grande quantidade de lixo que é gerado no dia-a-dia. Sendo assim, serão aproveitados restos de merenda recolhidos na cozinha da escola e das casas dos alunos, que serão utilizados para produção de uma composteira. A compostagem será utilizada para melhorar a qualidade do solo da horta da escola.

7.2 OBJETIVO

Reconhecer a importância do destino correto do lixo orgânico e também reconhecer que o mesmo pode ser usado na confecção de um composteira e, assim, formar cidadãos conscientes em relação à preservação do meio ambiente. Despertar a conscientização a respeito do descarte das sobras de alimentos, dar um destino adequado ao lixo orgânico produzido no ambiente escolar e comunidade e realizar a separação dos diferentes tipos de lixos gerados nas dependências escolares (GOULART et al., 2009).

7.3 MATERIAIS

Os materiais utilizados estão divididos em Resíduos Orgânicos e Resíduos Secos.

7.3.1 Resíduos Orgânicos

- Borra de Café
- Borra de Chá
- Cascas de Frutas
- Cascas de Legumes

- Restos de Comida

7.3.2 Resíduos Secos

- Folha de Papel
- Água
- Folhas Secas de Jardins
- Gramas
- Terra

7.4 PROCEDIMENTO

Será escolhido um local no pátio da escola para receber os resíduos e, com a ajuda dos alunos, será aberto um buraco para dar início a composteira. Posteriormente, será realizado o depósito dos resíduos orgânicos (restos de merenda da escola e resíduos das casas dos alunos).

Para que o processo ocorra de um modo correto e rápido, será preciso colocar os materiais na composteira em várias camadas, intercalando com resíduos secos (folhas secas e ramos) e terra. Também será necessário regar os resíduos colocados na composteira sempre que estes apresentam um aspecto seco. Quando o adubo ficar pronto pode ser utilizado em hortas e jardins da escola.

8. MATERIAIS E MÉTODOS

8.1 MATERIAIS

8.1.1 Composteira

- Borra de Café
- Borra de Chá
- Cascas Trituradas de Abobrinha, Alho, Batata, Batata Doce, Cebola, Cenoura, Laranja, Maracujá, Melancia, Melão, Morango, Tomate e Alface
- Grama
- Minhocas Vermelhas da Califórnia (*Eisenia foetida*)
- Recipiente para composteira (2 potes)
- Terra

8.2 MÉTODOS

8.2.1 Composteira

Os Resíduos Orgânicos utilizados para as análises e quantificações apresentadas neste trabalho foram obtidos a partir da coleta de resíduos domiciliares. Esses resíduos foram pesados semanalmente para obter-se a quantidade de resíduos gerados por uma família composta por 4 pessoas.

Posteriormente, foi realizada a confecção da composteira caseira e, com os cálculos necessários, obteve-se quanto uma população de 20 mil habitantes geraria destes mesmos resíduos.

8.2.2 Compostagem

O processo de compostagem teve início no dia 14 de abril de 2017 e foi finalizado no dia 30 de junho de 2017. Utilizaram-se dois potes com capacidade de 2 litros e furos na parte inferior para a coleta do chorume. A distribuição do material dentro das composteiras foi realizada com a sobreposição de camadas alternadas de terra, materiais de descarte da cozinha e grama seca até completá-los. O que os diferencia é a adição das minhocas em um deles.

8.2.3 Análise de Macro e Micronutrientes

As análises de matéria orgânica, pH, macronutrientes (P, K, Ca, Mg e Al) e micronutrientes (Cu, Zn, Mn, Fe e B) foram realizadas para verificar a disponibilidade desses elementos na composteira. Todas as análises foram realizadas por um laboratório terceirizado, onde, as análises de micronutrientes seguiram o método de DTPA-TEA pH 7,3 e Extração de Boro pelo método de Cloreto de Bário.

9. RESULTADOS E DISCUSSÕES

9.1 PRODUÇÃO DA COMPOSTAGEM

A produção da composteira foi iniciada com a separação das cascas de frutas e legumes, seguidas da sua trituração, conforme representado na figura 9.



Figura 9: Cascas de Frutas e Legumes

A coleta dos resíduos domiciliares foi realizada em uma residência com 4 moradores e pesados no período de 30 dias (um mês). Semanalmente, era coletado aproximadamente 1g de resíduo, totalizando em um mês, uma quantia de 4,465g. Posteriormente, foram realizados os cálculos levando em consideração uma cidade com 20 mil habitantes, que, se produzir aproximadamente a mesma quantidade de resíduos da residência coletada, no final de um mês, o município terá produzido 22.325g de lixo domiciliar. Entretanto, de acordo com a média nacional de produção de lixo domiciliar, a quantidade de resíduos coletados na residência no período de 30 dias foi baixa, sendo, assim, considerada uma quantia desproporcional e inviável.

Os dados obtidos com as pesagens e cálculos estão representados na tabela 2.

							TOTAL
Domingo	2ª Feira	3ª Feira	4ª Feira	5ª Feira	6ª Feira	Sábado	
						1	
						0,100g	0,100g
2	3	4	5	6	7	8	
0,150g	0,100g	0,200g	0,100g	0,200g	0,150g	0,100g	1,000g
9	10	11	12	13	14	15	
0,100g	0,150g	0,150g	0,200g	0,200g	0,100g	0,100g	1,000g
16	17	18	19	20	21	22	
0,200g	0,150g	0,200g	0,100g	0,100g	0,150g	0,175g	1,075g
23	24	25	26	27	28	29	
0,180g	0,200g	0,150g	0,100g	0,100g	0,100g	0,250g	1,080g
30							
0,210g							0,210g
TOTAL MENSAL = 4,465g / 4 pessoas = 1,11625g * 20 mil Habitantes = 22325g							

Tabela 2: Resíduos Gerados em uma Residência com 4 moradores

Após a separação dos resíduos, pesagem, cálculos e trituração dos mesmos, a montagem da composteira foi iniciada com a adição de terra nos postes, conforme mostrado na figura 10.



Figura 10: Primeira Etapa

A segunda etapa da montagem da composteira foi realizada com a adição de grama seca sob a terra, conforme a figura 11.



Figura 11: Segunda Etapa

Posteriormente, dando seqüência à montagem da composteira, sob a grama seca foi adicionada uma camada de cascas de frutas e legumes, conforme apresentado na figura 12.



Figura 12: Terceira Etapa

A quarta etapa da montagem da composteira foi realizada com a adição de terra e borra de café, conforme mostra a figura 13.



Figura 13: Quarta Etapa

Já na quinta etapa foi adicionada mais grama seca sob a borra do café, representada pela figura 14.



Figura 14: Quinta Etapa

A sexta etapa foi procedida com a adição de mais uma camada de cascas de frutas e legumes, conforme apresentado na figura 15.



Figura 15: Sexta Etapa

A sétima etapa foi procedida com a adição de terra seca sob os restos de comida, representada pela figura 16.



Figura 16: Sétima Etapa

Sob a terra, na oitava etapa, em apenas em um pote, foram colocadas as minhocas Vermelhas da Califórnia (*Eisenia foetida*), conforme representado na figura 17.



Figura 17: Oitava Etapa

Para finalizar a montagem da composteira, os potes foram tampados com tela para evitar a saída das minhocas e também para evitar que outros insetos depositem seus ovos. A nona etapa está representada na figura 18.



Figura 18: Nona Etapa

A figura 19 representa todas as terras utilizadas na preparação da composteira. A primeira amostra corresponde à terra pura, a segunda amostra refere-se à terra com minhocas e a terceira amostra faz referência à terra sem minhocas.



Figura 19: Amostra de terra pura, com minhoca e sem minhoca utilizada na produção da Composteira

As diferenças de coloração nas amostras de terra evidenciaram a produção de adubos com aspectos diferentes. A primeira amostra, de terra pura, apresentou coloração marrom e aparência de terra seca. A segunda amostra, referente à compostagem sem minhoca, apresentou coloração marrom escuro e uma terra levemente umedecida.

Entretanto, a última amostra apresentou coloração preta e terra altamente umedecida devido à adição de minhocas no preparo que, conseqüentemente, aceleraram o processo de decomposição dos resíduos presentes na amostra e, dessa forma, apresentaram melhores condições de cultivo.

9.2 ANÁLISE DE MACRONUTRIENTES

Na tabela 3 estão expressos os valores obtidos nas análises de macronutrientes realizadas em amostras de terra pura, de compostagem sem minhocas e de compostagem com minhocas. As análises foram realizadas entre os dias 03 e 07 de julho de 2017. Entre todos os valores obtidos, os que apresentaram maiores concentrações de

nutrientes, foram as amostras de compostagem com a adição de minhocas. Os resultados obtidos foram comparados com outros resultados da literatura.

MACRONUTRIENTES							
Amostra	mg/dm ³	g/dm ³	mmolc/dm ³				
	P (Res.)	M.O.	pH	K	Ca	Mg	Al (Tr.)
Terra Pura	18	14	6,1	2,9	28	13	0
Compostagem sem Minhocas	304	69	7,2	19,4	125	31	0
Compostagem com Minhocas	1888	92	7,4	35,4	293	35	0

Tabela 3: Teores de Macronutrientes Determinado nas Amostras

O teor de fósforo residual apresentou um aumento elevado, principalmente, na amostra com a presença de minhocas. Na amostra de terra pura, o presente trabalho encontrou um teor de 18 mg/dm³, enquanto que o estudo realizado por Leite (2010) determinou um teor de 11,7 mg/dm³. Em amostras de compostagem sem minhoca, o estudo realizado por Rossi (2015) encontrou 2.000 mg/dm³ de fósforo e o presente estudo determinou 304 mg/dm³. Já as amostras de compostagem com minhoca, o presente estudo obteve 1.888 mg/dm³ e o estudo realizado por Nuernberg (2014) determinou 23.190 mg/dm³. Rossi (2015) afirma que o fósforo em um solo é absorvido em menores quantidades, porém, é de extrema importância para o crescimento vegetal, podendo interferir nos processos de fotossíntese, respiração, armazenamento e transferência de energia, divisão celular e crescimento das células.

O estudo realizado apresentou como teor de matéria orgânica 14 g/dm³, 69 g/dm³ e 92 g/dm³, respectivamente em terra pura, compostagem sem minhoca e vermicompostagem. Entre esses valores, apenas a terra pura apresentou um teor mais baixo, enquanto que as demais amostras apresentaram valores mais elevados. A composição predominantemente orgânica desses materiais pode ser dada como uma possível explicação para esses altos teores. Leite (2010) afirma que a matéria orgânica do solo é variável e independe de qualquer macro ou micronutriente, mas a sua variação ocorre a partir da ação de micro-organismos que degradam materiais de adubos orgânicos. Entretanto, solos com altos teores de matéria orgânica automaticamente aumentam as cargas negativas do solo e, conseqüentemente, são capazes de aumentar a fertilidade devido ao favorecimento da entrada de ar e drenagem de água no solo. De acordo com as análises, o alto teor de

matéria orgânica é referente ao pH próximo do neutro, decorrente ao alto teor de cargas negativas e grande concentração de nutrientes.

Estudos em amostras de terra pura, compostagem sem minhoca e vermicompostagem realizados por Rossi (2015) e Guermandi (2015), indicaram um teor de pH variando, respectivamente, entre 7,0-8,0 e 9,0-10,0, enquanto que o presente estudo teve uma variação de 6,1-7,4. Guermandi (2015) em seu estudo explica que, conforme o processo de compostagem avança, em seu interior há uma reação de nitrificação, que reduz os valores de pH conforme há a liberação de íons hidrogênio. Dessa forma, tem-se uma possível causa para as diferenças de valores obtidos nas amostras do presente estudo, assim como nos estudos realizados por Rossi (2015) e Guermandi (2015).

Rossi (2015) explica que o potássio é um dos macronutrientes mais consumidos pela planta, podendo favorecer a fotossíntese, a formação de raízes, o amadurecimento dos frutos e a resistência ao frio. No estudo realizado por Leite (2010), o teor determinado deste macronutriente em amostras de terra pura foi de 33,29 mmolc/dm³, enquanto que no presente estudo foi de 2,9 mmolc/dm³. Para amostras de compostagem sem minhoca, este estudo encontrou um valor de 19,4 mmolc/dm³ e Rossi (2015) determinou um teor de 359,69 mmolc/dm³. Em relação às amostras de vermicompostagem, esta pesquisa determinou 35,4 mmolc/dm³ no teor de fósforo, enquanto que Nuernberg (2014) encontrou 285,18 mmolc/dm³. Os valores determinados nesse estudo para o teor de potássio ressaltam que conforme expresso no trabalho de Leite (2010), o solo com cargas negativas retém mais potássio diminuindo, assim, perdas por lixiviação.

O teor de cálcio em amostra de solo para Leite (2010) foi de 32 mmolc/dm³ e para este estudo foi de 28 mmolc/dm³. Nas amostras de compostagem sem minhoca este estudo obteve 125 mmolc/dm³ e Rossi (2015) determinou 484 mmolc/dm³. E em amostras de vermicompostagem foi obtido por Nuernberg (2014) o teor de 319,36 mmolc/dm³ e nesta pesquisa um teor de 293 mmolc/dm³. Segundo Rossi (2015), o cálcio fortalece todos os órgãos das plantas, principalmente as raízes e as folhas, promovendo a redução da acidez do solo. Leite (2010) ainda afirma que altas concentrações de cálcio são fortemente absorvidas pelo solo por conta da presença das cargas negativas.

Assim como o cálcio, altas concentrações de magnésio são fortemente atraídas pelo solo, devido às cargas negativas do solo (LEITE, 2010). Este estudo, em análises de terra pura, obteve um teor de 13 mmolc/dm³ enquanto o trabalho de Leite (2010) cita 12 mmolc/dm³. Para compostagem sem minhoca, Rossi (2015) determinou 123,39 mmolc/dm³ e este

trabalho obteve 31 mmolc/dm³. E, para amostras de vermicompostagem, esta pesquisa obteve um teor de 35 mmolc/dm³ e no estudo de Nuernberg (2014) foi obtido um teor de 246,79 mmolc/dm³. O magnésio é componente da molécula de clorofila e tem a capacidade de trabalhar como ativador de muitas enzimas (LEITE, 2010). Rossi (2015) ressalta que devido o magnésio ser constituinte da molécula da clorofila, ele está diretamente ligado ao metabolismo energético das plantas, além de ser um nutriente móvel, que, em excesso, pode provocar interferências na absorção de cálcio e potássio.

O teor de alumínio está relativamente ligado ao pH, onde, sua presença é dada em solos ácidos. O estudo realizado por Leite (2010) obteve um teor de 0,0 mmolc/dm³ de Al, enquanto o presente estudo obteve o mesmo teor. Essa ausência ocorre, pois em ambos os estudos, as análises de solo apresentarem pH maior que 5,5 e, segundo a literatura, nessa faixa o teor de alumínio apresenta-se em baixas concentrações ou até mesmo nulo.

9.3 ANÁLISE DE MICRONUTRIENTES

Na tabela 4, estão expressos os valores obtidos nas análises de micronutrientes realizadas também em amostras de terra pura, de compostagem sem minhocas e de compostagem com minhocas. As análises foram realizadas entre os dias 03 e 07 de julho de 2017. Entre todos os valores obtidos, os teores referentes às amostras de compostagem com a adição da minhoca, continuaram em destaque e relativamente altos. Os resultados obtidos foram comparados com outros resultados informados em literatura.

MICRONUTRIENTES					
Amostra	mg/dm ³				
	Cu	Zn	Mn	Fe	B
Terra Pura	1,3	0,2	8,0	6	0,18
Compostagem sem Minhocas	5,6	7,1	30,1	10	2,18
Compostagem com Minhocas	27,0	8,6	13,4	52	4,64

Tabela 4: Teores de Micronutrientes Determinado nas Amostras

A presença de cobre neste trabalho, em amostras de terra pura, foi determinada em um teor de 1,3 mg/dm³ e em Leite (2010) foi encontrado um teor de 1,1 mg/dm³. Na amostra de compostagem sem minhoca, Rossi (2015) obteve 39 mg/dm³ e esta pesquisa obteve

5,6 mg/dm³. Na amostra de compostagem com minhoca, este estudo obteve 27,0 mg/dm³, enquanto o estudo realizado por Nuernberg (2014) obteve 0,0 mg/dm³. Rossi (2015) afirma que o cobre é importante para a fotossíntese, respiração, redução e fixação de nitrogênio, além de ser um nutriente móvel. Leite (2010) ainda ressalta que o magnésio ocorre na forma de complexos orgânicos, favorecendo, através da atividade microbiana, a solubilidade do solo pela produção de grandes quantidades de compostos orgânicos solúveis.

O zinco é fundamental para a síntese das proteínas, para o desenvolvimento das partes florais, para a produção de grãos e sementes e para a maturação precoce das plantas (ROSSI, 2015). Na amostra de terra pura, este estudo obteve um teor de 0,2 mg/dm³ e Leite (2010) obteve 1,7 mg/dm³. Na análise da amostra de compostagem sem minhoca, Rossi (2015) encontrou 48 mg/dm³, enquanto este estudo obteve 7,1 mg/dm³. E para amostra de compostagem com minhoca, esta pesquisa obteve 8,6 mg/dm³ e Nuernberg (2014) determinou 0,19 mg/dm³. Segundo Leite (2010), assim como o magnésio, o zinco também ocorre na forma de complexos orgânicos, favorecendo a solubilidade do solo através da atividade microbiana.

O teor de manganês obtido por Leite (2010) em terra pura foi de 8,1 mg/dm³ e este estudo obteve 8,0 mg/dm³. Na amostra de compostagem sem minhoca, Rossi (2015) determinou 41 mg/dm³, enquanto esta pesquisa obteve 30,1 mg/dm³. E para a amostra de compostagem com minhoca, este estudo determinou 13,4 mg/dm³ e Nuernberg (2014) obteve 0,0 mg/dm³. O manganês é um ativador enzimático que controla as reações de oxirredução e é essencial à fotossíntese e à síntese da clorofila, sendo um nutriente imóvel (ROSSI, 2015). Assim como o cobre e o zinco, o manganês também ocorre na forma de complexos orgânicos, sendo capaz de solubilizar o solo a partir da atividade microbiana (LEITE, 2010).

O ferro é um elemento essencial ao metabolismo energético, atuando na fixação do nitrogênio e no desenvolvimento do tronco e raízes, sendo também um nutriente imóvel (ROSSI, 2015). Para a análise de amostra de terra pura, Leite (2010) obteve 9 mg/dm³ e este estudo determinou 6 mg/dm³. Na amostra de compostagem sem minhoca, Rossi (2015) encontrou 742 mg/dm³ e este estudo determinou 10 mg/dm³. E na amostra de compostagem com minhoca, esta pesquisa obteve 52 mg/dm³ e Nuernberg (2014) encontrou 5,05 mg/dm³. Leite (2010) afirma que a atividade microbiana seja a responsável por aumentar a concentração de ferro no solo.

Foi verificado um teor de 0,18 mg/dm³ de boro na amostra de terra pura, enquanto para Leite (2010) o teor obtido foi de 0,23 mg/dm³. Na amostra de compostagem sem minhoca, para Rossi (2015) o teor foi de 30 mg/dm³ e para este estudo foi de 2,18 mg/dm³. Já na amostra de vermicompostagem, o teor obtido para Nuernberg (2014) foi de 6,67 mg/dm³, enquanto nesta pesquisa foi de 4,64 mg/dm³. Rossi (2015) afirma que o boro contribui para a maior força e resistência de todos os tecidos vegetais, atuando também no desenvolvimento das folhas e brotos. Leite (2010) ressalta que o aumento no pH, aumenta a adsorção de boro no solo.

É necessário realizar uma boa interpretação das análises de solo, para assim conhecer os teores de nutrientes que são considerados limitantes para o desenvolvimento de uma cultura, assim como os valores de pH. A tabela 5 apresenta o modelo de limite de interpretação de teores de pH e micronutrientes em análises.

Teor	pH	Boro (mg/dm ³)	Cobre (mg/dm ³)	Ferro (mg/dm ³)	Manganês (mg/dm ³)	Zinco (mg/dm ³)
Muito baixo	> 6,0	-	-	-	-	-
Baixo	5,6 – 6,0	0 – 0,20	0 – 0,2	0 – 4	0 – 1,2	0 – 0,5
Médio	5,1 – 5,5	0,21 – 0,60	0,3 – 0,8	5 – 12	1,3 – 5,0	0,6 – 1,2
Alto	4,4 – 5,0	> 0,60	> 0,8	> 12	> 5,0	> 1,2
Muito Alto	Até 4,3	-	-	-	-	-

Tabela 5: Limite de Interpretação dos Teores de Micronutrientes e pH (SOBRAL et al., 2015)

De acordo com os resultados obtidos neste estudo, verifica-se que, a partir dos limites de interpretação, o pH em terra pura, na compostagem sem minhocas e na compostagem com minhocas são classificados como muito baixo.

O boro na amostra de terra pura é classificado como baixo e os teores obtidos nas amostras de compostagem com e sem minhocas é interpretado como alto.

A determinação de cobre em terra pura, compostagem com minhocas e vermicompostagem, de acordo com os teores obtidos, é possível classificá-los como altos.

O teor de ferro nas amostras de terra pura e compostagem sem minhocas são classificados de acordo com a tabela de interpretação como médio, enquanto a compostagem com minhocas é classificada como alto.

Apesar do teor de manganês sofrer um decréscimo na amostra de compostagem com minhocas, todas as amostras foram classificadas como altas.

Por fim, o teor de zinco, obtido na amostra de terra pura é classificado como baixo, enquanto as amostras de compostagem com minhocas e sem minhocas são interpretadas como altas.

De uma forma geral, Leite (2010) afirma que a disponibilidade de nutrientes no solo está ligada à quantidade de matéria orgânica e ao teor de pH que o mesmo constitui, onde, esses parâmetros estão relativamente relacionados com as cargas negativas presentes no solo.

Com base nos resultados obtidos nas análises desse estudo, os melhores teores e os mais altos, foram obtidos na amostra de compostagem com a adição de minhoca, ou seja, na vermicompostagem.

Cotta et al. (2015), afirma que durante o processo da vermicompostagem obtém-se um produto mais rico em nutrientes, pois as minhocas ingerem e digerem os resíduos orgânicos constituídos de matéria orgânica. Esse processo de compostagem e a ação das minhocas alteram qualitativamente e quantitativamente a composição das substâncias húmicas e dos materiais orgânicos, devido esses materiais encontrarem-se em estado mais avançado de decomposição e humificação ocorrido à ação conjunta dos micro-organismos e das minhocas. Esse resultado se deve à intensa digestão da matéria orgânica por esses organismos.

Assim, segundo Cotta et al. (2015), os processos de vermicompostagem e compostagem permitem ocorrer interações entre micro-organismos, minhocas e outros animais da fauna, que resultam na bio-oxidação e estabilização dos resíduos, conferindo ao produto (quando utilizado como adubo) algumas vantagens, tais como: controle da toxicidade do solo e correção de excessos de alumínio, ferro e manganês, contribuindo assim, para um pH mais favorável ao desenvolvimento das plantas, evitando que os nutrientes da planta se percam por volatilização ou lixiviação, favorecendo a drenagem por evitar encharcamentos, controlando as gradações (erosão, lixiviação, compactação, pulverização, impermeabilização e desertificação), facilitando a fixação de nitrogênio devido à população microbiana, antecipando e prolongando as floradas durante as secas, aumentando a resistência das plantas às pragas e doenças e não poluindo o meio ambiente.

10. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através dos estudos realizados, conclui-se que a utilização de resíduos e lixos domésticos, pode ser considerada um método viável para a produção de compostagens caseiras.

Foi possível quantificar um adubo orgânico produzido através da utilização de lixos domésticos com e sem a adição de minhocas. E, de acordo com as análises realizadas de macro e micronutrientes, a amostra de compostagem com adição de minhocas obteve os melhores resultados.

Sendo assim, a utilização de lixo doméstico apresentou positiva viabilidade na produção de compostagem. Entretanto, compostos e vermicompostos não devem substituir o adubo mineral, mas ser utilizado como um condicionador de solo, permitindo melhorar suas condições em longo prazo. Além disso, estabilização da matéria orgânica por meio dos processos de compostagem e vermicompostagem contribui na obtenção de um produto rico em nutrientes, conferindo ao produto final elevado potencial fertilizante.

REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Resíduos Sólidos: Classificação**, NBR 10.004. Rio de Janeiro, 1987. 63p.

ALVES, Ana Terezinha Jaques; HENDGES, Cristiane Raquel; SANDER, Ilaini Terezinha; PAZ, Dirce. Reciclagem: Educar para Conscientizar. In: XVII Seminário Interinstitucional de Ensino, Pesquisa e Extensão, 17, 2012, Rio Grande do Sul, Brasil. **Anais do XVII Seminário Interinstitucional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, novembro, 2012, p. 1-4.

ANDRADE, Cristiane. **Brasil Produz 240 Mil Toneladas de Lixo por Dia**. 2010. Disponível em: <<http://noticias.band.uol.com.br/cidades/noticia/?id=311480>>. Acesso em: 13 fev. 2017.

ANJOS, Joézio Luiz dos; ANDRADE, Luzia Nilda Tabosa. **Produção de Húmus de Minhoca com Resíduos Orgânicos Domiciliares**. 2008. 10 p. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, Embrapa Tabuleiros Costeiros: Aracaju, 2008.

AQUINO, Adriana Maria de. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. **Embrapa Agrobiologia**. Minhocultura ou Vermicompostagem. Seropédica, 2011, 2 p.

AQUINO, Adriana Maria de; ALMEIDA, Dejair Lopes de; SILVA, Vladir Fernandes da. Utilização de Minhocas na Estabilização de Resíduos Orgânicos: Vermicompostagem. **Embrapa Agrobiologia**, n. 8, junho-dezembro, 1992, p. 1-6.

AQUINO, Adriana Maria de; OLIVEIRA, Arlene Maria Gomes; LOUREIRO, Diego Canpana. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. Integrando Compostagem e Vermicompostagem na Reciclagem de Resíduos Orgânicos Domésticos, **EMBRAPA**, Seropédica, 2005, p. 1-4.

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

BRAGA, Florindo dos Santos; LOPES, Vinícius Loyola; AGOSTINI, Ronan de Moraes; Maria FONSECA, Maria Helena Gomes Pereira. **Avaliação do aproveitamento de chorume proveniente de aterro sanitário na compostagem de resíduos sólidos urbanos**. 2002. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/sibesa6/cxxix.pdf>>. Acesso em: 17 mar. 2017.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Aproveitamento Energético do Biogás de Aterro Sanitário**. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>>. Acesso em: 12 fev. 2017.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos**. 2011. 109 p. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 2011.

BRITO, L. Miguel. Compostagem para a Agricultura Biológica. **Manual de Agricultura Biológica**, Terras de Bouro, 2006, p. 119-139.

BRUM, Danilieta Pereira; SILVEIRA, Djalma Dias. Educação Ambiental na Escola: da Coleta Seletiva do Lixo ao Aproveitamento do Resíduo Orgânico. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, v. 4, n. 4, 2011, p. 608-617.

CAIXETA, Dalma Maria. **Geração de Energia Elétrica a partir da Incineração de Lixo Urbano: o Caso de Campo Grande-MS**. 2005. 86 p. Monografia (Especialização em Direito Ambiental e Desenvolvimento Sustentável) - Centro de Desenvolvimento Sustentável – Universidade de Brasília, Brasília, Distrito Federal, 2005.

CARDOSO, Mayara. **Chorume**. InfoEscola. Disponível em: <<http://www.infoescola.com/quimica/chorume/>>. Acesso em: 20 mar. 2017.

CARDOSO, Mayara. **Dióxido de Carbono**. InfoEscola. Disponível em: <<http://www.infoescola.com/quimica/dioxido-de-carbono/>>. Acesso em: 21 mar. 2017.

CARLESSO, Wagner Manica; RIBEIRO, Rosecler; HOEHNE, Lucélia. Tratamento de Resíduos a partir de Compostagem e Vermicompostagem. **Revista Destaques Acadêmicos**, v. 3, n. 4, 2011, p. 105-110.

CASTALDI, P.; ALBERTI, G.; MERELLA, R.; MELIS, P. Study of the Organic Matter Evolution Furing Municipal Solid Waste Composting Aimed at Identifying Suitable Parameters for the Evaluation of Compost Maturity. **Waste Management**, v. 25, 2005 p. 209-213.

COTTA, Jussara Aparecida de Oliveira; CARVALHO, Nayhana Lara Chaves; BRUM, Túlio da Silva; REZENDE, Maria Olímpia de Oliveira. Compostagem versus Vermicompostagem: Comparação das Técnicas Utilizando Resíduos Vegetais, Esterco Bovino e Serragem. **Eng. Sanit. Ambient.**, Rio de Janeiro , v. 20, n. 1, janeiro-março, 2015, p. 65-78.

CRUZ, Diego Bongiorno. **Estudo Hidrodinâmico Computacional de Reator UASB em Escala de Bancada com Validação Experimental**. 2013. 70 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Ambiental) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Paraná, Campo Mourão, 2013.

D'ALMEIDA, M. L. O; VILHENA, A. Lixo Municipal: manual de gerenciamento integrado. 2 ed. São Paulo: **Cempre**, 2000.

DEMAJOROVIC, Jacques. Da Política Tradicional de Tratamento do Lixo à Política de Gestão de Resíduos Sólidos – As Novas Prioridades. **Revista de Administração de Empresas**, v. 35, n. 3, maio-junho, 1995, p.88-93.

FÁVERO, Flaviana; CAMILO, Diego. **Saiba Como Reciclar o seu Lixo Sem Sair de São João Nepomuceno**. 2017. Portal SJ Online. Disponível em: <www.sjonline.com.br>. Acesso em: 18 mar. 2017.

GOULART, Andressa Veras; CABREIRA, Clariane Rodrigues; CARVALHO, Veridiana Pereira; MOLINA, Mara Regina Dorcidônio. **Compostagem: Uma Forma de Reciclar**. 2009. Disponível em: <<http://porteiros.s.unipampa.edu.br/pibid2009/>>. Acesso em: 19 nov. 2016.

GRANDELLE, Renato; ALENCAR, Emanuel. **Geração de Lixo no Brasil Aumentou Cinco Vezes Mais do que a População**. O Globo. 2015. Disponível em: <<http://oglobo.globo.com>>. Acesso em: 13 fev. 2017.

GUERMANDI, Júlia Inforzato. **Avaliação dos Parâmetros Físicos, Químicos e Microbiológicos dos Fertilizantes Orgânicos Produzidos pelas Técnicas de Compostagem e Vermicompostagem da Fração Orgânica dos Resíduos Sólidos Urbanos Coletada em Estabelecimentos Alimentícios de São Carlos – SP**. 2015. 181 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, São Carlos, 2015.

JACOB, Pedro Roberto; BESEN, Gina Rizpah. Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 25, n. 71, abril, 2011, p. 135-158.

JUNIOR, Judicael Clevelario. Saneamento Básico no Brasil: Avanços e Desafios. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. **Atlas Nacional do Brasil**, Sociedade e Economia, 2011, p. 192-198.

KIEHL, E. J. Manual de **Compostagem: Maturação e Qualidade do Composto**. Piracicaba: E. J. Kiehl, 1998.

LAY-ANG, Giorgia. **Chorume**. Brasil Escola. Disponível em: <<http://brasilecola.uol.com.br/biologia/chorume.htm>>. Acesso em: 20 mar. 2017.

LEITE, Daiani Canabarro. **Análise de Macro e Micronutrientes e Estudo Comparativo de Solo Inerte Para Processos de Biorremediação**. 47 p. 2010. Trabalho de Conclusão de Curso (Química) - Centro Universitário La Salle, Rio Grande do Sul, Canoas, 2010.

LIMA, Mariana Araguaia de Castro Sá. **Chorume**. Mundo Educação. Disponível em: <<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/biologia/chorume.htm>>. Acesso em: 20 mar. 2017.

LOUREIRO, Diego Campana; AQUINO, Adriana Maria de; ZONTA, Everaldo; LIMA, Eduardo. Compostagem e Vermicompostagem de Resíduos Domiciliares com Esterco Bovino para a Produção de Insumo Orgânico. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.42, n.7, julho, 2007, p.1043-1048.

MANTOVANI, Evandro Chartuni. Compactação do Solo. **Inf. Agropec.**, Belo Horizonte, v. 13, n. 147, março, 1987, p. 52-55.

MOMBRINI, Magda Pires. **A Conscientização para Reciclagem de Resíduos Sólidos Domésticos como Contribuição Ambiental e Forma de Geração de Trabalho Digno: Diagnóstico e Contribuições para a Implantação da Coleta Seletiva em Vila Velha – ES**. 2005. 159 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Metodista de Piracicaba, São Paulo, Santa Barbara D'Oeste, 2005.

MONTEIRO, José Henrique Penido; et al. **Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos**. 15 ed. Rio de Janeiro: Editora IBAM, 2001.

MORADA DA FLORESTA. **Manual de Compostagem Doméstica com Minhocas**. Morada da Floresta - Composta São Paulo. 2014. Disponível em: <www.resol.com.br/cartilhas/compostasp_pdf_site.pdf>. Acesso em: 12 out. 2017.

MOREIRA, Adônis. Fertilidade, Matéria Orgânica e Substâncias Húmicas em Solos Antropogênicos da Amazônia Ocidental. **Bragantia**, Campinas, v.66, n.2, 2007, p.307-315.

MUCELIN, Carlos Alberto; BELLINI, Marta. Lixo e Impactos Ambientais Perceptíveis no Ecossistema Urbano. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 20, n. 1, junho, 2008, p. 111-124.

NUERNBERG, Ana Claudia. **Vermicompostagem: estudo de caso utilizando Resíduo Orgânico do Restaurante Universitário da UTFPR Câmpus Curitiba - Sede Ecoville**. 2014. 63 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Processos Ambientais) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Paraná, Curitiba, 2014.

OLIVEIRA, Eliezer Augusto Baeta de. **Avaliação de Método Alternativo para Extração e Fracionamento de Substâncias Húmicas em Fertilizantes Orgânicos**. 2011. 53 p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) - Instituto Agrônomo, São Paulo, Campinas, 2011.

OLIVEIRA, Gabriela Bitto de; BATISTA, Larissa Fernandes; AZEVEDO, Pedro Henrique Picelli de; VIVE, Vitor Amigo. **O Efeito Estufa**. 2009. 29 p. Universidade Estadual Paulista - UNESP – Faculdade de Ciência e Tecnologia, Presidente Prudente, 2009.

PAZ, Gizeuda de Lavor da; PACHECO, Hilana de Farias; NETO, Cícero Oliveira Costa; CARVALHO, Rita de Cássia Pereira Santos. Dificuldade no Ensino Aprendizagem de Química no Ensino Médio em Algumas Escolas Públicas da Região Sudeste de Teresina. In: X Simpósio de Produção Científica, 10, 2010, Teresina, Piauí, Brasil. **Anais do X Simpósio de Produção Científica**, p. 1-14.

PENA, Rodolfo F. Alves. **Solo**. Alunos Online. Disponível em: <<http://alunosonline.uol.com.br/geografia/solo.html>>. Acesso em: 17 set. 2017.

PEREIRA, Adolfo Plínio; GONÇALVES, Mônica Maria. Compostagem Doméstica de Resíduos Alimentares. **Pensamento Plural: Revista Científica do UNIFAE**, São João da Boa Vista, v.5, n.2, 2011, p. 12-17.

PERSICH, Juliana Carla. **Educação Ambiental e Coleta Seletiva de Lixo: Conscientização e Participação**. Jornal da Manhã. 2014. Disponível em: <<http://www.jmijui.com.br>>. Acesso em: 29 ago. 2016.

REINERT, Dalvan José; REICHERT, José Miguel. **Propriedades Físicas do Solo**. 18 p. 2006. Universidade Federal de Santa Maria - Centro de Ciências Rurais, Rio Grande do Sul, Santa Maria, 2006.

REICHERT, José Miguel; SUZUKI, Luis Eduardo Akiyoshi Sanches; REINERT, Dalvan José. Compactação do Solo em Sistemas Agropecuários e Florestais: Identificação,

Efeitos, Limites Críticos e Mitigação. **Tópicos Ci. Solo**, Rio Grande do Sul, Santa Maria, v. 5, 2007, p. 49-134.

RIBEIRO, Thiago. **O Lixo**. Mundo Educação. Disponível em: <<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/geografia/o-lixo.htm>>. Acesso em: 13 fev. 2017.

ROCHA, Clarice. **Embrapa Ensina como Produzir Minhocas e Húmus em Pequenas Propriedades**. EMBRAPA. 2015. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/>>. Acesso em: 17 mai. 2017.

ROSSI, Márcia Regina Paiva Silva. **Compostagem de Resíduos Sólidos Orgânicos em Escola de Educação Básica de Caragatatuba - SP**. 2015. 57 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade Camilo Castelo Branco, São Paulo, Fernandópolis, 2005.

SANTOS, Joane Luísa Dias dos. **Caracterização Físico-Química e Biológica em Diferentes Laboratórios de Produtos Obtidos a partir da Compostagem de Resíduos Orgânicos Biodegradáveis**. 2007. 144 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada) - Faculdade de Ciências - Universidade do Porto, Portugal, Porto, 2007.

SARTORI, Valdirene Camatti; RIBEIRO, Rute T. da Silva; PAULETTI, Gabriel Fernandes; PANSERA, Márcia Regina; RUPP, Luís Carlos Diel; VENTURIN, Leandro. **Compostagem: Produção de Fertilizantes a partir de Resíduos Orgânicos**. Cartilha para Agricultores. Universidade de Caxias do Sul - Centro de Ciências Agrárias e Biológicas, Caxias do Sul, Rio Grande do Sul, p. 1-16.

SECTAM - Secretaria Executiva de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente. Programa Paraense de Tecnologias Apropriadas. **Compostagem: Produção de Adubo a partir de Resíduos Orgânicos**. Secretaria Executiva de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente. Belém: SECTAM, 2003, 16 p.

SERAFIM, Aline Camillo; GUSSAKOV, Karim Cazeris; SILVA, Fabiano; CONEGLIAN, Cassiana M. R.; BRITO, Núbia Natália de; SOBRINHO, Geraldo Dragoni; TONSO, Sandro; PELEGRINI, Ronaldo. Chorume, Impactos Ambientais e Possibilidades de Tratamentos. In: III Fórum de Estudos Contábeis, 3, 2003, Rio Claro, São Paulo, Brasil. **Anais do III Fórum de Estudos Contábeis**, p. 1-7.

SCHIEDECK, Gustavo; GONÇALVES, Márcio de Medeiros; SCHWENGBER, José Ernani. Minhocultura e Produção de Húmus para a Agricultura Familiar. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, **Circular Técnica**, Pelotas, 2006, p. 1-12.

SILVA, Amparo Dias da; MESQUITA, Almira Fernandes; GRAMAXO, Fernanda; SANTOS, Maria Ermelinda; BALDAIA, Ludovina; FÉLIX, José Mário. **Terra, Universo de Vida: Biologia e Geologia**. 10º Ano. 2ª parte – Biologia, 1ª Edição, Porto: Porto Editora, 2008.

SILVA, Leonardo Rodrigues Eiras. **Compactação do Solo**. 2008. 44 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) - Universidade São Francisco, São Paulo, Itatiba, 2008.

SILVA, Maria Esther de Castro. Compostagem de Lixo em Pequenas Unidades de Tratamento. Viçosa: **Centro de Produções Técnicas**, 2008. 260 p.

SILVA, Paulo R. Dores; LANDGRAF, Maria Diva; REZENDE, Maria Olímpia de. Processo de Estabilização de Resíduos Orgânicos: Vermicompostagem versus Compostagem. **Química Nova**, São Paulo, v. 36, n. 5, março, 2013, p. 640-645.

SÓ BIOLOGIA. **Tipos de Solo**. Só Biologia. Disponível em: <www.sobiologia.com.br/>. Acesso em: 17 set. 2017.

SOBRAL, Lafayette Franco; BARRETTO, Marcos Cabral de Vasconcellos; SILVA, Airon José da; ANJOS, Joézio Luiz dos. **Guia Prático para Interpretação de Resultados de Análises de Solo**. 2015. 13 p. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2015.

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. **Archivos de Zootecnia**, v. 58, p. 59-85, 2009.

VEIGA, Márcia S. Mendes; QUENENHENN, Alessandra; CARGNIN, Claudete. O Ensino de Química: Algumas Reflexões. **I Jornada de Didática: O Ensino como Foco**. I Fórum de Professores de Didática do Estado do Paraná. 2012.

WEINÄRTNER, Marimônio Alberto; ALDRIGHI, César Fernando Schiavon; MEDEIROS, Carlos Alberto Barbosa. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. **Embrapa Clima Temperado**. Adubação Orgânica. Pelotas, 2006, 20 p.

ZANDONADI, Daniel B.; SANTOS, Mirella P.; MEDICI, Leonardo O.; SILVA, Juscimar. Ação da Matéria Orgânica e suas Frações Sobre a Fisiologia de Hortaliças. **Horticultura Brasileira**, Seropédica, v. 32, n. 1, março, 2014, p. 14-20.

ZANONI, Maria M. V.; ZANATTA, Josiléia A.; DIECKOW, Jeferson; KAN, Akemi; REISSMANN, Carlos B. Emissão de Metano por Decomposição de Resíduo Florestal Inundado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.19, n.2, 2015, p. 173–179.

ZONA AGRO. **Matéria Orgânica do Solo**. Consultoria Agrícola. Disponível em: <www.zonaagro.com/web/files/Matria_Orgnica_ARTIGO1.pdf>. Acesso em: 27 mar. 2017.