



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ (IFPI)
CAMPUS COCAL
CURSO LICENCIATURA EM QUÍMICA

MARIA DA CONCEIÇÃO DOS SANTOS PEREIRA

USO DE ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DE COMPOSTEIRAS ORGÂNICAS
COMO FERRAMENTA DE CONTEXTUALIZAÇÃO PARA O ENSINO DE
QUÍMICA

COCAL -PI

2022

MARIA DA CONCEIÇÃO DOS SANTOS PEREIRA

USO DE ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DE COMPOSTEIRAS ORGÂNICAS COMO
FERRAMENTA DE CONTEXTUALIZAÇÃO PARA O ENSINO DE QUÍMICA

Trabalho de Conclusão de Curso (artigo científico)
apresentado como exigência parcial para obtenção
do diploma do Curso de Licenciatura em Química
do Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Piauí, Campus Cocal.

Orientador: José Regilmar Teixeira da Silva

MARIA DA CONCEIÇÃO DOS SANTOS PEREIRA

**USO DE ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DE COMPOSTEIRAS ORGÂNICAS
COMO FERRAMENTA DE CONTEXTUALIZAÇÃO PARA O ENSINO DE
QUÍMICA**

Artigo apresentado à Coordenação de Curso de Licenciatura em Química, ofertado pelo campus Cocal do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI), como parte dos requisitos para a obtenção do título de licenciado(a) em Química. Defesa de Trabalho de Conclusão de Curso.

Linha de Pesquisa: Ensino de Química.

Aprovado em 27 de outubro de 2022.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. José Regilmar Teixeira da Silva

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí- *Campus Cocal*
Orientador

Prof. Dr. Maicon Oliveira Miranda

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí- *Campus Cocal*

Prof. Dr. Hernandes de Oliveira Feitosa

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí- *Campus Cocal*

USO DE ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DE COMPOSTEIRAS ORGÂNICAS COMO FERRAMENTA DE CONTEXTUALIZAÇÃO PARA O ENSINO DE QUÍMICA

USE OF PHYSICAL-CHEMICAL ANALYSES OF ORGANIC COMPOSTERS AS TOOLS OF CONTEXTUALIZATION FOR CHEMISTRY TEACHING

Maria da Conceição dos Santos Pereira¹
José Regilmar Teixeira da Silva²

RESUMO

O acúmulo de resíduos sólidos orgânicos no Brasil é um dos principais catalisadores de problemas ambientais. E a falta de investimento em ações que promovam a diminuição destes problemas, tem sido pauta em movimentos ambientalistas que apontam a Educação Ambiental (EA) como uma das maneiras de diminuir esse impacto ambiental e social. A exemplo disso, umas das práticas ambientais que pode oferecer um destino adequado para o lixo orgânico é a compostagem. A compostagem consiste no processo de decomposição de resíduos orgânicos, e depende de condições ideais de umidade, temperatura, pH, oxigenação e disponibilidade de microrganismos para seu funcionamento. Dessa forma, objetivou-se realizar análises físico-químicas de três composteiras orgânicas, confeccionadas com materiais provenientes do IFPI *Campus Cocal*. Essa atividade foi realizada como uma estratégia de reaproveitamento desses resíduos e também de contextualização do ensino de química orgânica em uma turma de 3º ano do curso técnico em administração. As análises das composteiras foram realizadas quinzenalmente com a colaboração dos alunos e obteve-se resultados equivalentes aos encontrados na literatura, tais como; temperatura (obtendo sucesso na fase mesófila), umidade (com uma média de 57,16%, 56,88% e 57,68%) e pH (pH final de 8,33; 8,54 e 8,21). No que se refere ao processo de aeração, observou-se que a sua ausência resultou na liberação de odores e decomposição lenta na composteira controle (sem aeração). Assim, conclui-se que a compostagem pode ser uma estratégia de reaproveitar os resíduos, além de ser uma boa ferramenta para contextualizar conteúdos de química, aproximando-os do cotidiano dos alunos. **Palavras-chave:** Compostagem; Contextualização; Ensino de química; Química orgânica.

ABSTRACT

The accumulation of solid organic residues in Brazil is one of the main catalysts of environmental issues. And the lack of investment in actions that can tackle these problems have been in called into question by environmental movements that point out to Environmental Education (EE) as one of the ways of diminishing this social and environmental impact. To highlight this, one of the environmental practices that can offer a proper destination for organic garbage is composting. Composting consists in the process of decomposition of organic residues and depends on ideal conditions of humidity, temperature, pH, oxygenation and

¹ Discente do curso de Licenciatura em Química. Instituto Federal do Piauí-Campus Cocal. E-mail: mariadaconceicaosp.0330@gmail.com.

² Docente do Instituto Federal do Piauí-Campus Cocal. E-mail: joseregilmar@ifpi.edu.br.

availability of microorganisms for its proper functioning. Thus we aimed at carrying out physical-chemical analyses of three organic composters built with materials from IFPI – Cocal Campus. This activity was carried out with a strategy of reuse of these residues and also of contextualization of the teaching of organic chemistry in a 3rd year High School classroom of the technical course of Management. The analyses of the composters were carried out every fortnight with the collaboration of the students and we got results equivalent to those found in the literature, such as: temperature (we achieved success in the mesophilic stage), humidity (with an average of 57,16%, 56,88% and 57,68%) and pH (final pH of 8,33; 8,54 and 8,21). Regarding the aeration process, we observed that its absence resulted in the release of foul smells and slow decomposition on the control composter (without aeration). Thus we conclude that composting can be a strategy for reusing the residues, besides being a good tool for contextualizing chemistry contents, bringing them closer to the daily life of the students.

Keywords: Composting; Contextualization; Chemistry teaching; Organic chemistry.

Data de aprovação: 27/10/2022

1 INTRODUÇÃO

O descarte de resíduos sólidos orgânicos no Brasil vem aumentando em uma proporção preocupante nos últimos anos. E o hábito de reciclar o lixo orgânico ainda não é suficiente para diminuir, de forma significativa, os impactos causados ao meio ambiente. O Brasil produz uma quantidade de resíduos sólidos, por ano, semelhante à produção de países desenvolvidos. Em contrapartida, o destino final dado a esses resíduos ainda é, em sua maioria, o descarte em lixões (MARCHI, 2017).

Estima-se que 931 milhões de toneladas de alimentos, ou 17% do total de alimentos disponíveis aos consumidores em 2019, foram desperdiçados em residências, varejo, restaurantes e outros serviços alimentares. Este é um dado alarmante apontado numa pesquisa da ONU (Organização das Nações Unidas) que visa apoiar os esforços globais para reduzir pela metade o desperdício de alimentos até 2030 (ONU, 2021). Segundo pesquisas realizadas por Porpino *et al.* (2018), 41,6 kg de alimentos são desperdiçados por pessoa a cada ano. Diariamente, cada família brasileira joga fora em média 353 g, totalizando em 128,8 kg de alimentos que deixam de ser consumidos e vão parar nos contêineres de lixo a cada ano.

Destaca-se que, a redução desse desperdício é importante, não só para o combate à fome, mas também para mobilizar ações contra os danos causados ao meio ambiente pelo acúmulo destes resíduos em lixões a céu aberto (ONU, 2021). Segundo Albuquerque e Okawa (2019), esses resíduos descartados de maneira irregular, funcionam como catalisadores de problemas urbanos como proliferação de doenças, poluição do solo e lençol freático pela produção de chorume, entre outros.

Pensando nisso, alguns movimentos ambientalistas têm mobilizado diversos atores importantes da sociedade a desenvolverem ações que tenham o objetivo de reduzir os impactos causados ao meio ambiente, assim como, incentivam políticas públicas que apontam a Educação Ambiental (EA) como estratégia de reflexão social, cujo intuito é estabelecer valores e criar uma nova identidade de tal forma que conduza a formação de um indivíduo crítico e ativo a respeito das questões ambientais (ROSA *et al.*, 2015).

O papel da educação nesse cenário é indispensável para a diminuição dos impactos ambientais e sociais, além de promover o incentivo a práticas voltadas a preservação ambiental nas escolas e na sociedade. Segundo Souza (2020, p. 116) “as ações desenvolvidas no espaço escolar devem ser estimuladoras de sustentabilidade local e regional interferindo diretamente nos aspectos sociais e culturais”. A EA neste caso, pode ser “uma forma de recurso do qual se

pode instigar nas pessoas o interesse pela preservação do meio em que vivemos e assim ter-se uma sustentabilidade devida e correta” (ROOS; BECKER, 2012, p. 859).

Diante disso, algumas práticas ambientais vêm sendo aplicadas frequentemente no ambiente escolar, como o uso da compostagem para promover a EA (SILVA *et al.*, 2012; SANCHES *et al.*, 2006; SILVA *et al.*, 2015), a reciclagem de óleo de cozinha para a produção de biodiesel em escolas (ROSSATO; NETO, 2014), a implementação de hortas orgânicas como estratégia de ensino (FRIGATO; KAICK, 2021; MORGADO; SANTOS, 2008), entre outras atividades, que buscam contextualizar os conteúdos disponibilizados nos livros didáticos e assim, promover a educação ambiental junto as demais disciplinas.

Portanto, dentre algumas das práticas apontadas para reaproveitar e diminuir o acúmulo de lixo orgânicos no meio ambiente, pode-se destacar a compostagem como uma das práticas mais recomendadas mundialmente para a reciclagem de resíduos orgânicos (ESA, 2014, *apud* ZAGO; BARROS, 2019). A compostagem consiste no processo de decomposição controlada de resíduos orgânicos sob condições aeróbias. Neste processo procura-se fornecer algumas condições ideais de umidade, temperatura, oxigenação e disponibilidade de nutrientes (especialmente carbono e nitrogênio) para favorecer e acelerar a degradação dos resíduos de forma segura (BRASIL, 2017).

A compostagem dispõe de diversas vantagens, pois além de reduzir o uso de fertilizantes inorgânicos e orgânicos que polui o meio ambiente e os seres humanos, também contribui para a manutenção da flora microbiana do solo e suas características intrínsecas, melhorando e aumentando a sustentabilidade (SILVA, *et al.*, 2015). Ainda, é capaz de favorecer o melhor aproveitamento de resíduos orgânicos e permiti a utilização destes que, por sua natureza física, química e biológica, não seriam aproveitados (PENTEADO, 2018).

Além das vantagens ambientais, voltadas para a reciclagem de resíduos orgânicos e adubação de solos e plantas, a compostagem oferece vantagens ao ensino quando inserida no estudo de vários conteúdos em sala de aula através da contextualização. Segundo Silva *et al.* (2012, p. 17), “a compostagem é um processo que pode ser trabalhado na escola com projetos a serem desenvolvidos em todas as disciplinas, principalmente na área de ciências, em todas as modalidades de ensino e está relacionado a educação ambiental”, ainda, por ser uma atividade prática que trata de problemas ambientais, é indiscutível seu papel no cotidiano dos alunos, sendo capaz de promover a sensibilização sobre os problemas ambientais.

Diante disso, o presente artigo teve como objetivo, a confecção de composteiras orgânicas e realização de análises físico-químicas como ferramenta de contextualização para o ensino de química, em uma turma de 3º ano do ensino médio do curso técnico em Administração do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI) *Campus Cocal*.

2 METODOLOGIA

As atividades desenvolvidas neste trabalho foram realizadas no IFPI *Campus Cocal*, localizado nos limites do perímetro urbano da cidade de Cocal-PI, cerca de 385 km da capital Teresina. O público alvo foi a turma de 3º ano “B” do curso técnico em Administração, composta por 32 alunos. A metodologia foi dividida em três etapas, sendo estas, descritas a seguir:

2.1 Confecção das composteiras

A primeira atividade desenvolvida foi a confecção de três composteiras domésticas e foi executada em uma aula prática da disciplina de química orgânica. Para a realização da aula, os alunos receberam um roteiro (Apêndice A) que continha as informações necessárias para acompanhar os procedimentos de montagem das composteiras. Iniciou-se a prática com uma

breve explicação sobre a proposta da atividade, em seguida foram apresentados alguns conceitos importantes sobre a Compostagem e sua relação com a química.

Essa atividade foi desenvolvida levando em consideração o descarte de resíduos orgânicos no refeitório do *Campus*, que até então era descartado junto aos outros resíduos para coleta urbana. Tendo em vista que, os resíduos descartados poderiam ser reaproveitados nesta atividade prática, optou-se por utilizá-los junto aos outros resíduos orgânicos proveniente da instituição. Segundo Brambilla e Matsushita (2014), esse tipo de compostagem é a mais indicada para a maioria das escolas, pois seu processo é feito em pequena escala, dentro de recipientes (composteiras) ou em pequenas leiras que não exige grande quantidade de resíduos orgânicos.

Após o breve momento introdutório, iniciou-se a confecção das composteiras, para tanto, utilizou-se três recipientes de plástico de 30 L, nos quais foram feitos alguns furos na base e nas laterais superiores de cada recipiente para permitir a oxigenação dos sistemas e facilitar a troca gasosa. Em seguida, os materiais orgânicos utilizados; folhas e galhos secos, restos de cascas de legumes e esterco de caprinos, foram pesados com auxílio de uma balança digital e acondicionados na composteira obedecendo a sequência de 400g de folhas secas, 200g de esterco de caprinos. Em seguida acrescentou-se água suficiente para umedecer todo o material. Após, adicionou-se 400g de folhas secas, seguida de 200 g de restos de cascas de legumes frescos (beterraba, cenoura e batata).

Essa ordem de montagem de camadas foi repetida até chegar próximo as bordas do recipiente e no total foram utilizadas 2,4 kg de folhas e galhos secos e 800 g de esterco e cascas de legumes para cada composteira. Este procedimento repetiu-se para a montagem das outras duas composteiras, que foram fechadas e identificadas como A, B e C.

2. 2 Análises físico-químicas do material orgânico

As análises físico-químicas das composteiras foram executadas nos Laboratórios de Química e no laboratório de Biologia do IFPI *Campus* Cocal. Ao todo, realizou-se seis análises durante o período de 90 dias, nelas foram observados os parâmetros de temperatura, pH, umidade e aeração. Vale ressaltar que, a temperatura, umidade e o pH foram analisados quinzenalmente, enquanto o processo de aeração foi realizado semanalmente.

Durante esse período, os alunos da turma de 3º ano participaram de uma dessas atividades. Nesta aula experimental a turma foi dividida em grupos, e cada grupo observou e executou os procedimentos experimentais de determinação do pH, temperatura e teor de umidade, conforme o roteiro experimental (Apêndice B).

2.2.1 Obtenção da temperatura

A temperatura foi aferida sempre pela manhã *in loco*, com o auxílio de um termômetro de mercúrio com gradiente de temperatura de -10°C a 110°C, o qual foi inserido em três locais diferentes das composteiras (no centro e nas laterais do composto). Em seguida, anotou-se a média de temperatura de cada uma das composteiras A, B e C.

2.2.2 Obtenção do pH

Para obter-se o potencial hidrogeniônico (pH), foi realizado o método de pH em água, numa proporção de massa de 1:1, proposto por Thoeh e Thompson (2007). Desse modo, coletou-se 70 g do material de cada composteira e adicionou-se 70 mL de água destilada. Em seguida, agitou-se e filtrou-se a solução e após escoar todo o líquido, levou-se as soluções para o pHmetro para obter o valor de pH.

2.2.3 Obtenção da umidade

Coletou-se em placas de Petri, 10 g de material orgânico de cada composteira e levou-se até a estufa de secagem à 105 °C por 5 horas. Em seguida, pesou-se novamente o material, agora desidratado, e realizou-se o cálculo proposto por Liberato Júnior *et al.* (2019), para obter o teor de umidade da massa de composto orgânico. Na fórmula, extrai-se o valor da massa da amostra desidratado na estufa pelo valor da massa *in natura*. Em seguida, divide-se o valor pelo valor da massa *in natura* e multiplica por 100 para obter o teor de umidade, conforme a seguinte fórmula:

Fórmula para cálculo de teor de umidade

$$h(\%) = \frac{(Min - Ma)}{Min} \cdot 100\%$$

h = teor de umidade (%)

Min = massa da amostra *in natura*

Ma = massa da amostra após a secagem

2.2.4 Realização do processo de aeração

O processo de aeração consistiu no revolvimento do material de modo a misturar bem os componentes da mistura orgânica. Após revirar bem os materiais, tampou-se novamente os recipientes. Vale ressaltar que, a fim de verificar a importância do processo de aeração, foi confeccionada uma composteira controle, na qual não foi realizado o processo de aeração. Na composteira controle foi analisada a temperatura, o tempo de decomposição dos materiais e presença ou ausência de odores.

2.3 Aula temática: “Compostagem Orgânica e Química”

A aula temática iniciou-se com uma abordagem contextualizada, em que os alunos citaram atividades cotidianas que tinha relação com a prática de compostagem. Em seguida, com o auxílio de slides explicativos, revisou-se os principais conceitos já vistos nas aulas anteriores. Ademais, foram mostrados os gráficos das análises físico-químicas das composteiras, para que os alunos pudessem observar e discutir sobre os resultados obtidos. Posteriormente, apresentou-se conceitos sobre as reações e transformações químicas associadas aos processos de decomposição dos materiais orgânicos e só então contextualizou-se a temática ao conteúdo de química orgânica e funções oxigenadas. Neste momento foram mostradas quatro estruturas químicas de alguns componentes orgânicos (celulose e lignina) presentes na estrutura dos materiais usados na compostagem, que apresentavam em sua composição algumas funções oxigenadas. Por fim, os alunos fizeram relatos sobre a participação nas atividades, destacando qual momento foi mais significativo para o entendimento dos conteúdos estudados.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises físico-químicas observadas nas composteiras A, B e C possibilitaram o acompanhamento da atividade de decomposição dos materiais orgânicos, conhecida como compostagem. A facilidade em realizar esse processo constitui-se apenas no favorecimento da

decomposição natural da matéria orgânica pelos microrganismos, num ambiente úmido, fechado que favorece o aquecimento e na presença de oxigênio (com produção de dióxido de carbono) água e minerais. E tem como resultado, um material orgânico estabilizado, definida como composto ou húmus (SILVA, *et al.*, 2015; PAULA *et al.*, 2010).

O tipo de compostagem confeccionada e observada com os alunos, foi a compostagem doméstica. Esse método de compostagem é considerado uma atividade viável e de baixo custo para tratamento de resíduos orgânicos, sendo facilmente confeccionada ou adquirida comercialmente e manipulada por qualquer interessado, desde que seja seguido os procedimentos de monitoramento adequados que resultará em um composto final de excelente qualidade (VASCONCELOS *et al.*, 2021).

A natureza dos materiais utilizados neste processo também é de suma importância para seu funcionamento, pois o tempo de decomposição varia de algumas semanas a meses, dependendo do tipo de matéria orgânica utilizada. Os resíduos mais indicados para a realização da compostagem são restos orgânicos ricos em carbono e nitrogênio. Segundo Brady e Weil (2013), os microrganismos do solo, assim como outros micróbios, necessitam de nutrientes para construir suas células e obter energia. O carbono (C) é utilizado como fonte de energia e o nitrogênio (N) é responsável por sintetizar os compostos celulares como os aminoácidos, enzimas e DNA. Essa relação, quando bem estabelecida, promove o crescimento dos microrganismos no solo.

Com isso, as bactérias são os microrganismos responsáveis pela quebra inicial de moléculas orgânicas de fácil degradação, como os açúcares, amidos e proteínas, resultando em formação de novos compostos e liberação de calor. Na compostagem, encontram-se basicamente três tipos de bactérias: as criófilas, as mesófilas (maior número) e as termófilas, que atuam em temperaturas em torno de 13°C, 25°C e acima de 40°C, respectivamente (KIEHL, 1998). Os fungos têm a função de degradar compostos carbonáceos e substâncias não decompostas por bactérias e fungos, sendo que estes microrganismos se reproduzem em ambientes de baixa umidade e altas temperaturas (PEREIRA NETO, 2007).

Vale ressaltar que estabelecer uma boa relação C/N é uma forma de acelerar esse processo, no qual irá favorecer o crescimento destes microrganismos, que juntos ao composto atuam de forma sucessiva ou simultânea para a degradação acelerada dos resíduos (SILVA, 2015; BRADY; WEIL, 2013). Esses resíduos são a parcela constituída por matéria orgânica putrescível, ou seja, facilmente degradável pela ação de microrganismos. Pode-se destacar nesse caso, as sobras de alimentos, cascas e bagaços de frutas e verduras, legumes, aparas e podas de jardim, serragem, esterco animal, entre outros (AQUINO, 2013).

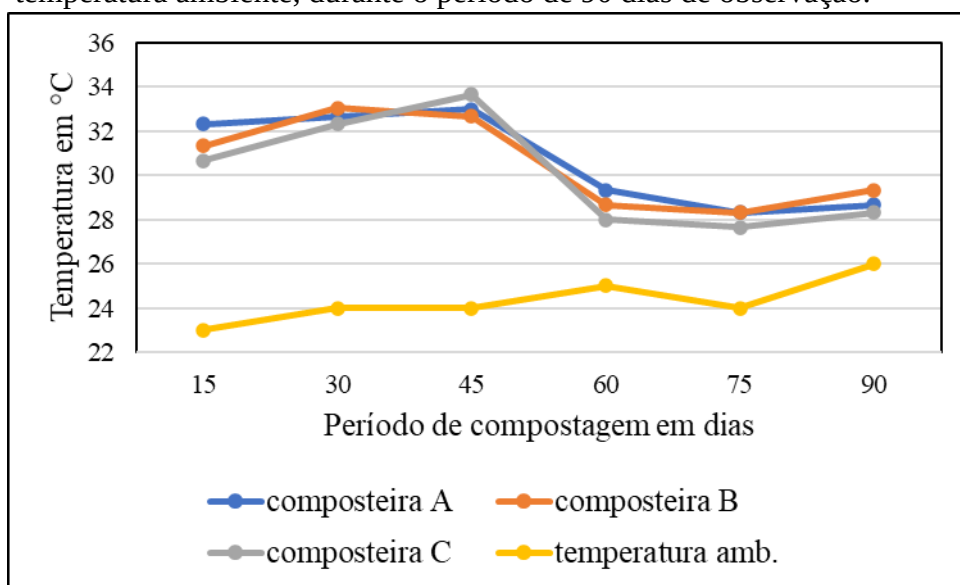
Diante disto, os materiais orgânicos (folhas e galhos secos, restos de cascas de legumes e esterco de caprinos), foram organizados em camadas alternadas de materiais ricos em carbono e nitrogênio, levando em consideração uma proporção de 3/1, respectivamente, proposta por Silva *et al.* (2015). No que se refere a utilização do esterco de caprinos, seu uso fornece boa quantidade de nitrogênio, potássio e fósforo através da urina desses animais, que serão posteriormente utilizados pelas hortaliças. Ele também é mais sólido e muito menos aquoso que o dos bovinos e suínos, tem a estrutura mais porosa, permitindo a aeração e por essa razão fermentam rapidamente, podendo ser aproveitados na agricultura, após um menor período de "curtição" que os demais (TROEH; THOMPSON, 2007).

3.1 Temperatura:

A variação de temperatura durante o processo de compostagem é um dos principais fatores a serem observados, uma vez que diferentes temperaturas promovem o desenvolvimento de diferentes microrganismos (HERBETS *et al.*, 2005).

Na Figura 1, está representada a mudança da temperatura durante todo o processo. Nesse sentido, pode-se observar que a média de temperatura entre os períodos avaliados (15 e 30 dias após o início do experimento) das composteiras A, B e C foram respectivamente, 33; 32,12 e 32,18 °C. Neste caso, segundo Silva (2007), a fase inicial (mesófila) das três composteiras obteve sucesso, ficando entre 20 e 40 °C. Pode-se observar também que, a fase termofílica não foi atingida por nenhuma das composteiras, provavelmente estando relacionado ao tipo de material orgânico e tamanho das pilhas, já que as maiores temperaturas registradas nas composteiras A, B e C foram respectivamente 33; 33,04 e 33,67 °C. E segundo Silva (2007) a faixa de temperatura na fase termófila é de 45°C a 65°C.

Figura 1: Análise da variação da temperatura das composteiras A, B e C, e da temperatura ambiente, durante o período de 90 dias de observação.



Fonte: Autoria própria, 2022.

Para as composteiras domésticas a temperatura depende da quantidade de material empregada no processo. Segundo Kumar *et al.* (2009), nas composteiras domésticas a massa orgânica alcança a faixa de temperatura entre 25 e 30°C, o que proporciona a atuação simbiótica de organismos (bactérias, fungos e minhocas) acelerando o processo e melhorando a decomposição.

Ainda, de acordo com Arrobas (2009), em composteiras domésticas, as temperaturas mais elevadas são observadas nos primeiros dias após a introdução de novos resíduos, indicando maior atividade microbiana, podendo alcançar até 45°C. Nesse processo parte dos resíduos sólidos orgânicos são degradados, contribuindo para reduzir o volume dos resíduos dentro da composteira e outra parte é humificada e transformada em composto.

Esse comportamento também pode ser observado na Figura 1, quando as temperaturas das três primeiras análises apresentaram maior valor que ao término das análises, quando a temperatura ficou próximo a temperatura ambiente. Nesse sentido, Guidoni *et al.* (2013) relatam que nesse processo é comum registrar picos isolados de temperatura ou pouca oscilação em relação à temperatura ambiente. Sendo que a variação do ambiente externo influencia a degradação da massa orgânica dentro dos reatores, que devido ao volume reduzido, apresentam baixa capacidade de isolamento térmico.

Assim, a previsão de equilíbrio térmico da compostagem depende do processo e de como serão os procedimentos para aeração das composteiras. Assim como a temperatura, a aeração é indispensável durante a maturação do composto e interfere diretamente no controle

do calor no interior do material. Por isso, deve-se fornecer o equilíbrio térmico para que o composto orgânico tenha qualidade satisfatória (WANG *et al.*, 2014).

Corroborando com estes resultados, um trabalho semelhante foi realizado por Colón *et al.* (2010), no qual observaram que a pequena variação da temperatura no processo de compostagem doméstica é atribuída ao volume de resíduos e que a temperatura média obtida em composteira de, aproximadamente, 50 L é de 37,4°C. No trabalho de Rosa *et al.* (2019), a compostagem foi realizada com resíduos domiciliares em recipientes de 30 L, no qual obtiveram uma temperatura entre 30 e 35 °C nos primeiros dias, seguida pela queda na temperatura para uma mais próxima a temperatura ambiente. Estes resultados são semelhantes aos resultados obtidos pelos autores citados acima principalmente ao final do experimento, próximo aos 90.

Rodrigues *et al.* (2014), também obtiveram uma temperatura semelhante, utilizando resíduos domiciliares. Em seu trabalho, a temperatura da pilha chegou a 30° C. Esse resultado foi justificado pelo baixo volume das pilhas de compostagem, o qual pode ter contribuído para a menor concentração de calor, pois o aquecimento das pilhas de compostagem está relacionado também às suas dimensões (RODRIGUES *et al.*, 2014). Mesmo este valor de temperatura estando abaixo da fase termofílica, é possível o crescimento de microrganismos que atuam no processo (CÓLON *et al.*, 2010).

Vale ressaltar que, mesmo que as três composteiras tenham atingido somente a fase mesófila, o processo de decomposição ocorreu pelos microrganismos mesófilos, alcançando valores de estabilização na faixa de temperatura entre 20 e 40 °C (TORTORA; FUNKE; CASE, 2000).

3.2 pH

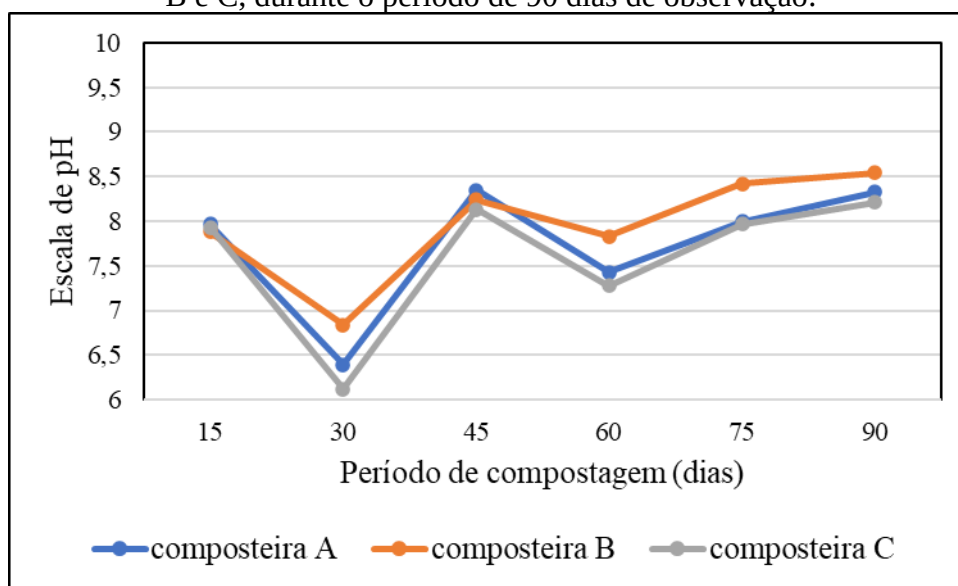
De acordo com Brady e Weil (2013, p. 298), “o grau de acidez ou alcalinidade do solo, representado por seu pH, é uma *importante variável* que afeta uma ampla gama de propriedades químicas e biológicas do solo”. Ainda, é capaz de afetar a atividade microbiana e a disponibilidade de elementos que devem ser absorvidos pelas raízes das plantas, sejam elas nutrientes ou toxinas.

Nesse sentido, a observação do pH é importante para acompanhar a bioestabilização do composto durante todo o processo de compostagem (SILVA *et al.*, 2015). O acompanhamento do potencial hidrogeniônico do solo é feito através da escala de pH. “A escala de pH serve para indicar a acidez e a alcalinidade. Ela usa como referência, a concentração de H⁺ em água pura à 24 °C” (TROEH; THOMPSON, 2007. p. 228). Nesse sentido, o método de pH em água vai indicar a acidez ativa ou a atividade de íons H⁺ na solução preparada com o composto (PAIVA *et al.*, 2010).

Faz-se necessário acompanhar o pH durante a maturação do composto, pois em condições muito ácidas, os microrganismos aeróbios serão prejudicados, como por exemplos as bactérias. Além disso, a alta concentração de acidez no material irá reduzir a velocidade da compostagem. No entanto, durante o período em que o material está mais ácido, os microrganismos que usam compostos ácidos, como substratos, aumentam sua população, principalmente os fungos, o que faz o pH subir novamente (GRAVES *et al.*, 2000).

Como pode-se observar na Figura 2, as composteiras apresentaram valores de pH semelhantes, entre si, durante o processo. Na primeira análise, o valor médio de pH das três composteiras foi de 7,93. Em seguida atingiram um valor médio de 6,45, apresentando um caráter mais ácido. Segundo Paiva *et al.* (2010), esse decréscimo no valor de pH pode ser resultado da formação de ácidos orgânicos em zonas com pouca oxigenação ou do acúmulo de ácidos intermediários, formados a partir da grande quantidade de material carbonáceo presente.

Figura 2: Análise da variação do potencial hidrogeniônico (pH), das composteiras A, B e C, durante o período de 90 dias de observação.



Fonte: Autoria própria, 2022.

Para Pereira Neto (2004), a faixa ótima de pH para as bactérias é de 6 a 7,5 e para os fungos entre 5,5 e 8,0. Com isso, os valores obtidos estão dentro da faixa de valores indicados pela literatura, para a atividade de fungos e bactérias durante o processo de compostagem. Pereira Neto (2004) cita ainda que, ao final do processo de compostagem o pH tende a ficar na faixa alcalina de 7,5 a 9,0. Já para Graves *et al.* (2000), a faixa ideal para a atividade microbiana é de 6,5 a 8,0. O resultado obtido na última análise deste trabalho foi de 8,33; 8,54 e 8,21 para as composteiras A, B e C, respectivamente.

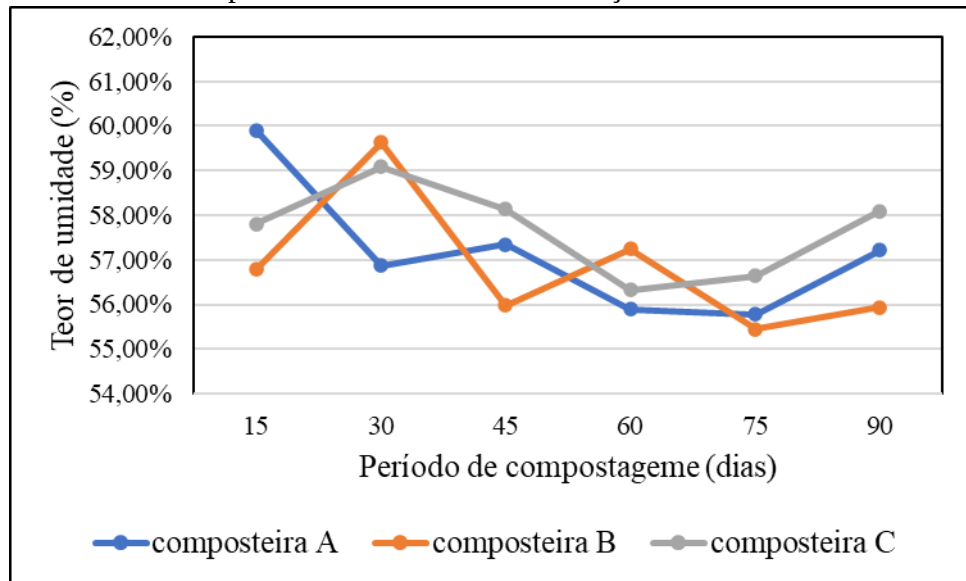
Vale ressaltar que, Wanger e Freitas (2010) obtiveram um valor de pH de 7,5 ao concluir o processo de maturação do composto. Enquanto Guidoni *et al.* (2013) alcançaram 7,40 e Cólón *et al.* (2010) 8,68, sendo este, o valor mais próximo com o obtido neste trabalho e ficando entre os valores citados na literatura. Esse comportamento é explicado por Silva *et al.* (2016) e Iyengar e Bhawe (2006), quando eles citam que, durante as primeiras horas do processo o pH tende a diminuir a valores aproximados de 5,0. No entanto, o pH volta a crescer de acordo com a evolução do processo, até finalmente se estabilizar entre 7 e 8.

3.3 Teor de umidade

A disponibilidade de água durante o processo de compostagem é indispensável. A água é um dos compostos químicos mais simples da natureza, e é um componente vital de todas as células vivas. Suas propriedades exclusivas propiciam uma grande variedade de processos químicos, físicos e biológicos (BRADY; WEIL, 2013). Por isso, a presença de água adequada no solo é essencial para o crescimento das plantas e para a disponibilização de nutrientes dissolvidos no solo (TROEH; THOMPSON, 2007).

De acordo com a Figura 3, pode-se observar que a umidade das composteiras A, B e C oscilou durante todo o processo. Isso se deu, pois a quantidade de água acrescentada nas composteiras não foi a mesma, tendo em vista a diferença de umidade na primeira análise. No entanto, ficaram dentro dos valores esperados e indicados pela literatura, apresentando uma média de 58,45 % ($\pm 1,26\%$) nos primeiros 30 dias; 56,82% ($\pm 0,82\%$) entre 30 e 60 dias e 56,52% ($\pm 0,92\%$) nos últimos 30 dias do processo.

Figura 3: Análise da variação do teor de umidade das composteiras A, B e C, durante o período de 90 dias de observação.



Fonte: Autoria própria, 2022.

No que se refere ao processo de compostagem, o ideal, é buscar o equilíbrio água-ar, o que é obtido mantendo-se o material em processamento com um teor de umidade em uma média de 55%, (SANSHEES *et al.*, 2006). Para Nogueira (2011) e Silva *et al.* (2015), a faixa ideal de umidade para os processos bioquímicos de decomposição é entre 40 a 60%, em peso seco, de matéria orgânica em decomposição. Se o material estiver abaixo de 40% retarda o processo, acima de 60% fica encharcado, e torna o meio anaeróbico por baixar o potencial para promover reações de oxirredução.

O valor médio final do teor de umidade das composteiras A, B e C foi respectivamente 57,16% ($\pm 1,36\%$); 56,88% ($\pm 1,38\%$) e 57,68% ($\pm 0,94\%$). Semelhante aos resultados obtidos por Melo e Zanta (2016), que realizaram a compostagem doméstica em recipientes de 12 litros e obtiveram umidade de 61%, 59%, 56%, 57%, e 58% nas 5 composteiras observadas.

Outros autores apresentaram valores de umidade de 57%, 54%, 58%, 53% (KUMAR; AMBIKA; SOMASHEKAR, 2009). No trabalho desenvolvido por Wanger e Freitas (2010) a umidade final foi 64,3% e o de Guidoni (2013), foi 62%. Os resultados obtidos por Wanger e Freitas (2010) e Guidoni (2013), apresentaram valores acima do recomendado pela literatura. Enquanto Kumar, Ambika e Somashekar (2009), conseguiram valores entre as médias recomendadas pela maioria dos autores.

Uma forma de observar a baixa umidade em composteiras é a presença de morfo branco. Pois, segundo Silva *et al.* (2015), se a composteira apresentar esse tipo de morfo, é um indicativo de baixa umidade, o que não ocorreu nas composteiras observadas. Além disso, quando não há a disponibilidade de equipamentos apropriados, a umidade pode ser avaliada apertando o material com as mãos. “Se escorrer água entre os dedos, significa que o composto está muito molhado, mas se formar um torrão e este se desmanchar com facilidade, significa que a umidade está próxima ao ideal” (SILVA *et al.*, 2015, p. 80).

Após identificar a necessidade de água na composteira, pode-se ajustá-la com a mistura dosada de diferentes materiais degradados, em função da umidade presente nos mesmos, ou ainda com a adição de água. Em caso de excesso de água, a utilização de materiais mais grosseiros como palhas e cascas, são indicados, aumentando consequentemente, a aeração da composteira (KIEHL, 2001).

3.4 Aeração

Devido à compostagem ser um processo aeróbio, necessitando, obrigatoriamente de oxigênio (O_2) torna-se necessário oxigenar o composto, promovendo a chegada de O_2 às várias camadas da pilha de compostagem (EPSTEIN, 2001). A oxigenação é feita a partir de revolvimentos do material das composteiras, em períodos estabelecidos de acordo com a necessidade do material. Esse revolvimento visa manter a integridade biológica, porque se deve garantir o fornecimento do oxigênio para a oxidação, e permitir que a decomposição seja aeróbia (NOGUEIRA, 2011).

Quando o revolvimento é feito de forma adequada, periodicamente, ele fornecerá a troca de gases entre o solo e a atmosfera, permitindo assim, a entrada de oxigênio (O_2) suficiente, enquanto evita o acúmulo de gases potencialmente tóxicos como o dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) e etileno (C_2H_6) (BRADY; WEIL, 2013).

Diante disso, para verificar a eficácia do processo de aeração foi confeccionada, além das composteiras A, B e C, uma composteira controle. Nela não foi realizado o processo de aeração, e pode-se observar que durante 60 dias a decomposição dos materiais ocorreu de forma lenta e a temperatura do material estava próxima a temperatura ambiente. Enquanto as composteiras A, B e C apresentaram temperaturas acima de 32 °C nas primeiras análises, a composteira controle não chegou a 29°C durante todo o processo. Isso acontece porque a ausência de oxigênio afeta o aquecimento do composto, pois a energia liberada para os microrganismos é pouca, portanto, os produtos finais (álcoois e gás metano) ainda contém muita energia (NOGUEIRA, 2011; BRADY; WEIL, 2013).

Além disso, a presença de O_2 é fundamental para manutenção dos microrganismos, visto que esses seres requerem quantidades elevadas de O_2 , principalmente na fase inicial do processo. Sem a presença de O_2 a compostagem torna-se anaeróbia, prolongando o tempo de estabilização do composto e o excesso de umidade gera maus odores. A oxigenação do composto durante o processo pode ser realizada por revolvimento ou insuflação de ar (BIDONE e POVINELLI, 1999).

Outro fator interessante foi a presença de odores na composteira controle, o que não foi observado nas composteiras com aeração. Isso ocorre porque a baixa temperatura do composto não foi suficiente para eliminar patógenos que causam esse mau cheiro durante a decomposição (NOGUEIRA, 2011). Corroborando com esses resultados, Wangen e Freitas (2010), realizaram periodicamente a aeração e também não observaram a presença de mau cheiro ou de vetores, indicando que seu processo ocorreu sob condições adequadas.

Os revolvimentos são essenciais para um controle adequado de umidade e temperatura do composto, por isso, é fundamental revirar os montes periodicamente. Nesse sentido, o primeiro revolvimento das composteiras A, B e C foi realizado sete dias após a montagem das composteiras. Após o primeiro revolvimento os materiais deixaram de ser camadas de materiais ricos em nitrogênio e carbono e passaram a ser uma mistura de todos os materiais orgânicos. Esse método de aeração é importante para fornecer as condições necessárias de decomposição para todo o material em processo de degradação. Silva *et al.* (2015), também realizaram o primeiro revolvimento após sete dias, e em seu trabalho também não foi observada a liberação de mau cheiro durante todo o processo.

Diante disso, após os 90 dias de observação, obteve-se um composto orgânico estabilizado, e pronto para uso. Podendo concluir-se que, a compostagem é uma alternativa viável de redução dos resíduos sólidos orgânicos, pois a mesma tem a capacidade de reduzir em até 60% o seu volume, além de produzir um material que pode ser incorporado ao solo e atuar como um fertilizante (BRAMBILLA; MATSUSHITA, 2014). Pode-se observar essa redução significativa na Figura 4. Ainda, o húmus produzido através da compostagem é um material orgânico que abriga uma complexa mistura de componentes orgânicos que disponibilizarão para as plantas nutrientes indispensáveis, (TROEH; THOMPSON, 2007).

Figura 4: Redução significativa do material após 90 dias de análise.



Fonte: Autoria própria, 2022.

Por fim, os processos realizados nas três composteiras apresentaram resultados entre os valores indicados pela literatura. Dessa forma, após finalizar as análises, o composto apresentou uma mistura homogênea, bem diferente da mistura inicial, como mostra a Figura 5.

Figura 5: Material orgânico no início do processo de decomposição e composto orgânico obtido após o período observado.



Fonte: Autoria própria, 2022.

De modo geral, tanto a natureza como a taxa de atividade microbiológica é determinada pelo conteúdo de CO_2 no solo. Se tem a disponibilidade de O_2 , os organismos aeróbicos estão ativos. Na sua ausência, organismos anaeróbicos predominam e a decomposição ocorre de maneira mais lenta. Portanto, solos pouco aerado tendem a conter uma ampla variedade de

produtos parcialmente oxidados (gás etileno, álcoois e ácidos orgânicos), no qual muito deles podem ser tóxicos. Em resumo, a presença ou ausência de gás carbônico modifica completamente a natureza e o processo de decomposição dos resíduos orgânicos (BRADY; WEIL, 2013).

2. 4 Participação dos alunos nas atividades

A participação dos alunos nas atividades foi de suma importância para proporcionar momentos de aprendizagem, novas experiências e despertar a curiosidade sobre novas temáticas. Além disso, as diferentes estratégias utilizadas (aula prática, experimental e teórica) para repassar os conteúdos possibilitaram a participação dos alunos, de forma ativa, em vários momentos das atividades.

Nesse sentido, o uso de metodologias ativas, como a proposta por Moran (2018), a qual valoriza a participação efetiva dos alunos na construção do conhecimento e no desenvolvimento de competências, tem ganhado destaque em relação a esta temática. Segundo Moran (2018), os estudantes têm seu próprio ritmo e estilo de aprendizagem. Logo, aprendem por meio de diferentes procedimentos de experimentação e compartilhamento, dentro e fora da sala de aula.

Diante disso, destaca-se que, a variedade de atividades de ensino utilizadas, facilitou o entendimento dos conteúdos de diferentes maneiras. Essa afirmação dá-se pelos resultados obtidos nos relatos dos alunos, no qual, dos 31 alunos participantes das atividades, 14 gostaram mais das atividades experimentais, 10 da aula prática de confecção das composteiras e 7 da aula teórica com auxílio de slide.

De fato, as atividades experimentais chamam a atenção dos alunos, principalmente quando os procedimentos são executados pelos mesmos. Segundo Guimarães (2009, p.198), “a experimentação pode ser uma estratégia eficiente para a criação de problemas reais que permitam a contextualização e o estímulo de questionamentos de investigação”. Além disso, motiva e proporciona o sentimento de curiosidade de buscar explicação para o fenômeno observado nos experimentos. Vale ressaltar ainda que, a ida desses alunos aos laboratórios (Figura 6) também foi uma forma de motivar o interessar pela temática de compostagem.

Figura 6: Participação dos alunos na aula experimental para obtenção do pH e umidade.



Fonte: Autoria própria, 2022.

Estas afirmações podem ser observadas nos relatos feitos pelos alunos, onde alguns deles destacaram que:

Aluno A: *“O que mais chamou minha atenção foi, o quanto é importante a análise dos experimentos no laboratório [...] é através de cada experimento usado, que vemos o que cada análise precisa para chegar no ponto certo”*.

Aluno B: *“Para mim, a aula mais interessante foi a que fomos para o laboratório, pois ainda não tinha passado por essa experiência [...] é uma aula diferente e acaba que traz maior leveza para o momento e faz com que saímos daquela rotina de sala de aula”*.

Aluno C: *“Gostei bastante, entrar e experimentar como é manusear os equipamentos presentes nos laboratórios, algo que incentiva o indivíduo a descobrir mais sobre determinado assunto [...]”*.

Aluno D: *“A atividade mais interessante foi os experimentos realizados nos laboratórios [...] entendi bastante sobre a compostagem, para que serve e como faz. E tem a ver com os assuntos que foram abordados em sala de aula”*.

À vista disso, pode-se perceber que, em uma mesma atividade os alunos conseguiram tirar diferentes conclusões sobre a participação na aula experimental. Nesse sentido, Barbosa e Pires (2016), citam que, a experimentação permite a aquisição de conhecimentos, promovendo um pensamento crítico sobre o que é estudado. Discordando assim, da concepção de que a Química é uma disciplina de difícil compreensão por ser muito abstrata e sem atrativo. É notório também no relato dos estudantes que, a visão que eles tiveram sobre a Química através dos experimentos, é bem diferente da concepção abstrata. Em que a maioria (14 alunos) acharam essa atividade mais interessante, a qual conseguiram assimilar melhor o conteúdo estudado.

A segunda atividade que mais chamou a atenção dos alunos, foi a aula prática de confecção das composteiras (Figura 7).

Figura 7: Participação dos alunos na atividade prática de confecção das composteiras.



Fonte: Autoria própria, 2022.

Esse momento foi permeado pela participação de toda a turma, e foi possível observar também que houve maior interação entre os estudantes, ao passo em que eles iam associando a prática com o seu cotidiano. Essa afirmação pode ser observada no relato feito por alguns dos alunos participantes desta atividade:

Aluno E: *“A atividade que mais me chamou atenção foi a atividade prática de montagem das composteiras, pois é um experimento bom e fácil de fazer em casa [...] achei bem legal utilizar lixo orgânico e transformar em adubo”*.

Aluno F: *“O momento em que achei mais importante, foi a montagem das composteiras. Por que podemos acompanhar passo a passo como que se faz, do que é composta, o que acontece [...]”*.

Aluno G: *“Em particular achei mais interessante sobre esse assunto, pois envolve o dia a dia. Pelo fato de se relacionar ao meio ambiente. São processos feitos com uma mistura de materiais orgânicos, com o intuito de diminuir o desperdício de alimentos [...]”*.

Aluno H: *“Gostei de todos os momentos, mas gostei mais da atividade prática de montagem das composteiras, pois foi colocado tudo em prática e colocado a “a mão na massa” [...]”*.

Em vista disso, observou-se que durante as aulas buscou-se relacionar o conteúdo com situações reais do cotidiano dos alunos. Essa estratégia de abordar os conteúdos facilita a associação dos conceitos científicos com situações do dia-a-dia. Guimarães (2009), cita que o conhecimento químico, que é dotado de simbologia, significado e linguagem própria, e acontece pela interação entre professor e aluno. Desse modo, essa atividade permite relacionar novas informações às que os alunos já conhecem, promovendo ao grupo uma forma mais

dinâmica de aprender de forma significativa, a partir dos conhecimentos prévios e da contextualização.

Além disso, estabelecer com clareza essa relação é importante, pois, segundo Barbosa e Pires (2016, p. 6), “a Química sem contextualização pode ser entendida pelos alunos como uma matéria distante da sua realidade, sem muita validade ou sentido de se estudar, tornando cada vez mais difícil sua compreensão”.

Nesse sentido Scaffi (2010), destaca que a contextualização consiste em ações que buscam estabelecer a analogia entre o conteúdo da educação formal ministrado em sala e o cotidiano do aluno, de maneira a facilitar o processo de ensino-aprendizagem. Dessa forma, o contato com o tema pode despertar o interesse pelo conhecimento com aproximações entre conceitos químicos e a vida do indivíduo. Assim Freire (1979), traz também uma reflexão nesse sentido, em que o processo de ensino-aprendizagem através da contextualização pode possibilitar ao educador, conhecer e trabalhar vários conteúdos a partir da leitura de mundo do educando como uma forma de facilitar essa aprendizagem.

Diante disso, vale destacar que a aula teórica também é indispensável para facilitar os estudos dos conceitos e teorias que norteiam o entendimento da química e dos processos que ela envolve. Por essa razão, alguns alunos que presenciaram as três atividades, conseguiram compreender melhor através da aula teórica e apresentação de slides (Figura 8).

Figura 8: Participação dos alunos na aula teórica com apresentação de slides explicativos.



Fonte: Autoria própria, 2022.

Podendo-se destacar alguns dos relatos:

Aluno I: “A atividade que mais me chamou atenção foi a aula teórica, pois além de explicar de forma simples de entender o conteúdo ainda foi apresentado slides o que deixou a aula ainda mais interessante”.

Aluno J: *“A aula teórica foi muito bem ministrada, o conteúdo ficou muito claro e foi permitido o aprendizado de como a compostagem, presente no dia a dia, está relacionada a química orgânica”.*

Aluno K: *“O melhor momento foi a apresentação de slide, pois além de ter vários exemplos, teve sua explicação das aulas passadas, pra quem tivesse suas dívidas agora nesse momento conseguiu tirá-la”.*

Aluno L: *“Bom eu gostei mais da aula teórica com os conteúdos explicados com auxílio de slides porque deu para entender melhor a proposta e ficou bem mais claro e fácil de entender”.*

Percebe-se que, a teoria é essencial para facilitar o entendimento dos conceitos e exemplos estudados em sala de aula, além de correlacionar o conteúdo didático (funções oxigenadas) com diferentes temáticas (compostagem) através da interdisciplinaridade. Vale ressaltar também que, “dentro do processo pedagógico, teoria e prática precisam dialogar permanentemente, fugindo da ideia tradicional de que o saber está somente na teoria, construído distante ou separado da ação/prática” (FORTUNA, 2015, p. 65).

Fontana e Fávero (2013, p. 11), reforçam dizendo que quando teoria e prática não são integradas, o ensino fica dificultado. As autoras enfatizam que “no processo de construção de conhecimento, portanto, é fundamental perceber teoria e prática como inseparáveis, já que uma complementa a outra”. Desse modo, Thiesen (2008) destaca que, a relação entre teoria e prática realizada em sala de aula, contribui para uma formação mais crítica, criativa e responsável. Ainda, desafia a escola e educadores diante de novos desafios da educação. Finalmente, conclui-se que a forma como é ensinado os conteúdos em sala de aula, implica na aprendizagem dos alunos e na maneira de associar o que foi estudado com o cotidiano.

4 CONCLUSÃO

Em virtude dos fatos mencionados pode-se concluir que:

A compostagem foi uma prática viável para o reaproveitamento dos resíduos orgânicos, resultando em um composto humificado e próprio para o uso. Percebeu-se ainda que, as atividades práticas de compostagem contribuíram para estabelecer a contextualização dos conteúdos didáticos com as atividades do cotidiano dos alunos.

O monitoramento dos parâmetros físico-químicos; temperatura, pH, umidade e aeração, do composto comprovou que a metodologia aplicada foi bem sucedida para que a decomposição ocorresse de maneira mais eficaz, que em síntese, apresentaram valores em consonância com a literatura.

A participação dos alunos durante as atividades de cunho prático, teórico e experimental permitiu uma aprendizagem mais significativa devido as diferentes estratégias exploradas para repassar os conteúdos. Diante disso, os relatos feitos por eles, revelaram que cada aula proporcionou um momento distinto de aprendizagem que atendeu diferentes formas de assimilação dos conceitos apresentados.

Por fim, atividades que promovem o envolvimento dos alunos de forma ativa e que estabelecem relação com o cotidiano, promovem uma maior participação e motivação para o aprendizado de novas temáticas.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, R. H.C.; OKAWA, C. M. P. Educação ambiental e tipos de composteiras para o uso didático no âmbito escolar. **Arquivos do MUDI**, v. 23, n. 2, p. 128-144, 2019.
- AQUINO, L. D. **Subsídios para implantação do processo de compostagem em município de pequeno porte: estudo de caso em Corumbataí-SP**. 2012. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, 2013.
- ARROBAS, M.; TAXA, J.; PEREIRA, M.; GONÇALVES, A. Projeto-piloto de compostagem doméstica em Bragança. **Qualidade do Ambiente Urbano: Novos Desafios**. Bragança Portugal, p. 129-135, 2009.
- BARBOSA, L. S.; PIRES, D. A. T. A importância da experimentação e da contextualização no ensino de ciências e no ensino de química. Luzilândia: **Revista CTS IFG**, v. 2, n. 1, p. 1-11, 2016.
- BIDONE, F. R. A.; POVINELLI, J. **Conceitos Básicos de Resíduos Sólidos**. São Carlos: EESC/USP, Projeto REENGE, 1999.
- BRADY, N. C.; WEIL, R. R. **Elementos da natureza e propriedades dos solos**. Porto Alegre: Bookman, 2013.
- BRAMBILLA, L.; MATSUSHITA, M. S. **Técnicas de compostagem no ambiente escolar. Alimentação saudável e sustentabilidade ambiental nas escolas do Paraná**, Curitiba: Instituto Emater, 2014, p. 173-196.
- BRASIL (DF). Ministério do Meio Ambiente. **Compostagem Doméstica, Comunitária e Institucional de Resíduos Orgânicos**. Brasília, Ministério do Meio Ambiente, 2017, p. 25.
- CÓLON, J.; BLANCO, J. M.; GABARRELL, X.; ARTOLA, A.; SÁNCHEZ, A.; RIERADEVALL, J.; FONT, X. Environmental assessment of home composting. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 54, p. 893-904, 2010.
- EPSTEIN, E. **Industrial Composting: Environmental Engineering and Facilities Management**. Taylor and Francis, 2011.
- FONTANA, M. J.; FÁVERO, A. A. Professor reflexivo: uma integração entre teoria e prática. **Revista de educação do IDEAU**, v. 8, n. 17, p. 1-15, 2013.
- FORTUNA, V. A relação teoria e prática na educação em freire. **Revista Brasileira de Ensino Superior**, v. 1, n. 2, p. 64-72, 2015.
- FREIRE, P. **Extensão ou comunicação**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1979.
- FRIGATO, C. E. G.; KAICK, T. S. V. Horta orgânica no ensino de química. **Experiência em Ensino de Ciências**, Paraná, v. 16, n. 1, p. 774-782, 2021.

GRAVES, E.; HATTEMER, G. M.; STETTLER, D.; KRIDER, J. N.; CHAPMAN, D. **Composting**. In National Engineering Handbook, Part 637-Environmental Engineering, United States Department of Agriculture, 2000.

GUIDONI, L. L. C.; BITTENCOURT, G.; MARQUES, R. V.; CORRÊA, L. B.; CORRÊA, E. K. Compostagem domiciliar: implantação e avaliação do processo. **Revista Tecno-Lógica**, Santa Cruz do Sul, v. 17, n. 1, p. 44-51, 2013.

GUIMARÃES, C. C. Experimentação no ensino de química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 3, p. 198-202, 2009.

HERBETS, R. A.; COELHO, C. R. A.; MILETTI, L. C.; MENDONÇA, M. M. Compostagem de resíduos sólidos orgânicos: aspectos biotecnológicos. **Revista saúde e ambiente**, v. 6, n. 1, 2005.

IYENGAR, S. R.; BHAVE, P. P. compostagem de resíduos domésticos. **Gestão de resíduos**, v. 26, n. 10, p. 1070-1080, 2006.

KIEHL, J. C. Produção de composto orgânico e vermicomposto. **Informe Agropecuário**, v.22, n. 212, p. 40-52, Belo Horizonte, 2001.

KIEHL, E. J. **Manual de compostagem: maturação e qualidade do composto**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 1998.

KUMAR, P. R.; AMBIKA, J.; SOMASHEKAR, R.K. Avaliação do desempenho de diferentes modelos de compostagem para gerenciar resíduos sólidos orgânicos domésticos urbanos. **Política de ambiente de tecnologia limpa**, v. 11, n. 4, p.473-484, 2009.

LIBERATO JÚNIOR, J. I.; CARMO, A. S.; PESSOA, P. R.; TOLEDO, T. V. Análise de parâmetros físico-químicos condicionais à qualidade de adubo orgânico obtido por processo de compostagem desenvolvido no IFMG Campus Ouro Branco – MG. In: VIII Seminário de Iniciação Científica do IFMG, 2019, Minas Gerais. **Anais [...]** Minas Gerais, 2019.

MARCHI, C. M. D. F. Novas perspectivas na gestão do saneamento: apresentação de um modelo de destinação final de resíduos sólidos urbanos. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 7, n. 1, p. 91-105, 2017.

MELO, S. L.; ZANTA, V. M. Análise do uso de compostagem doméstica em conjuntos habitacionais de interesse social na cidade de são domingos – Bahia. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais**, v. 4, n. 2, p. 169-180, 2016.

MORAN, J. **Metodologias ativas para uma aprendizagem mais profunda**. In: MORAN, José; BACICH, Lilian (Orgs.). Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre: Penso, 2018. p. 1-23.

MORGADO, F.S; SANTOS, M. A. A. A horta escolar na educação ambiental e alimentar: experiência de projeto horta viva nas escolas municipais de Florianópolis. Santa Catarina: **Revista eletrônica de extensão**, n. 6, p. 01-10, 2008.

NOGUERA, J. O. C. Compostagem como Prática de Valorização dos Resíduos Alimentares com Foco Interdisciplinar na Educação ambiental. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental** REGET-CT/UFSM (e-ISSN: 2236-1170) v. 3, n. 3, p. 316 – 325, 2011.

ONU - Nações Unidas Brasil. **17% de todos os alimentos disponíveis para consumo são desperdiçados**. Relatório do índice de resíduos alimentares do PNUMA, Nações Unidas Brasil, 2021. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/114718-onu-17-de-todos-os-alimentos-disponiveis-para-consumo-sao-desperdicados>. Acesso em 04, junho de 2022.

PAIVA, E. C. R.; MATOS, A. T.; COSTA, T. D. R.; JUSTINO, E. A.; PAULA, H. M. Comportamento do pH e da temperatura do material durante a compostagem de carcaça de frango com diferentes materiais orgânicos. In: I CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 1., 2010, Baurú. **Anais[...]**. São Paulo, IBEAS – Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais, I CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, São Paulo, 2010, p. 05.

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

PENTEADO, S.R. **Manual prático de agricultura orgânica: fundamentos e técnicas**. 2. ed. Campinas: Via orgânica, 2018.

PEREIRA NETO, J. T. **Compostagem: Fundamentos e Métodos**. 1º Simpósio Sobre Compostagem: Ciência e Tecnologia – Universidade Estadual Paulista, 18 a 19 de agosto de 2004 – FCA - GEMFER.

PEREIRA NETO, J. T. **Gerenciamento do lixo urbano: Aspectos técnicos e operacionais**. UFV, 2007.

PORPINO, G.; LOURENÇO, C. E.; ARAÚJO, C.M.; BASTOS, A. (2018). **Intercâmbio Brasil – União Europeia sobre desperdício de alimentos**. Relatório final de pesquisa. Brasília: Diálogos Setoriais União Europeia – Brasil. Disponível em: < <http://www.sectordialogues.org/publicacao>. Acesso em 24 de setembro de 2022.

RODRIGUES, A.; CAMARGO, M.; RODRIGUES, P. **Manual Didático de sobre Compostagem**. Santa Maria: FACOS-UFSM, 2014, p. 28.

ROOS, A.; BECKER, E. L. S. Educação ambiental e Sustentabilidade. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 5, n. 5, p. 857 - 866, 2012.

ROSA, L. O.; SOUZA, T. P.; OLIVEIRA, V. F.; CORRÊA, L. B.; CORRÊA, É. K. Valorização dos resíduos orgânicos do setor de hortifrutigranjeiro pelo processo de compostagem doméstica. **Semioses: Inovação, desenvolvimento e sustentabilidade**, Rio de Janeiro, ISSN 1981-996X, v. 13, n. 2, 2019.

ROSA, T. S.; MENDONÇA, M. B.; MONTEIRO, T. G.; SOUZA, R. M.; LUCENA, R. A. Educação Ambiental como estratégia para a redução de riscos socioambientais. **Ambiente & Sociedade**: São Paulo v. 18, n. 3, p. 211-230, 2015.

ROSSATO, I. F.; NETO, V. N. S. Trabalho de educação ambiental para conscientizar da importância na reciclagem para preservação do meio ambiente. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 3, n. 1, p. 98-116, 2014.

SANCHES, S. M.; SILVA, C. H. T. P.; VESPA, I. C. G.; VIEIRA, E. M. A importância da compostagem para a Educação Ambiental nas escolas. **Química Nova na Escola**, n. 23, p.10-13, maio, 2006.

SCAFI, S. H. F. Contextualização do Ensino de Química em escola Militar. **Química Nova na Escola**, v. 32, n.3, p. 176-18, 2010.

SILVA, I. A.; MARTINS, E. S.; AMARAL, W. K.; SILVA, H. S.; MARTINES, E. A. L. Compostagem: Experimentação Problematicadora e Recurso Interdisciplinar no Ensino de Química. **Química Nova na Escola**, São Paulo-SP, v. 37, n. 1, p. 71-81, 2015.

SILVA, L.N. **Processo de compostagem com diferentes porcentagens de resíduos sólidos agroindustriais**. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos e Meio Ambiente) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, Paraná, 2007.

SILVA, O. M.; SILVA, O. B.; SILVA, V. M. C.; ALMEIDA, C. T A. A importância da educação ambiental na escola e a reciclagem do lixo orgânico. **Revista Científica Eletrônica de Ciências Sociais Aplicadas da Eduvale**, Jaciara-MT, n. 07, p. 01-20, 2012.

SOUZA, F. R. S. Educação ambiental e sustentabilidade: uma intervenção emergente na escola. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, São Paulo, v. 15, n 3, p. 115-121, 2020.

THIENSEN, J. S. A interdisciplinaridade como movimento articulador no processo ensino-aprendizagem. **Revista Brasileira de Educação**, v.13, n. 39, p. 545-554, 2008.

TORTORA, G. J., FUNKE, B. R.; CASE, C. L. **Microbiologia**. 6. Ed. Porto Alegre: Editora ARTMED, 2000. P. 170-171.

TROEH, F. R.; THOMPON, L. M. **Solos e Fertilidade do Solo**. 6. ed. Andrei, 2007.

VASCONCELOS, O. +L. S.; MARQUES, G. E. C.; LORENA, R. B.; NOJOSA, E. C. N. Métodos de compostagem doméstica de materiais orgânicos produzidos em ambiente urbano. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.7, n.4, p. 40341-40353, 2021.

WANG, Y.; HUANG, G.; JHANG, A.; HAN, A.; GE, J. Estimativa do balanço térmico durante a compostagem de esterco suíno e palha de trigo: um método de simulação. **Jornal Internacional de Transferência de Calor e Massa**. PR China, p. 362-367, 2014.

WANGEN, D. R. B.; FREITAS, I. C. V. Compostagem doméstica: alternativa de aproveitamento de resíduos sólidos orgânicos. **Revista Brasileira de Agroecologia**. v. 5, n. 2, p. 81-88, 2010.

ZAGO, V. C. P.; BARROS, R. T. V. Gestão dos resíduos sólidos orgânicos urbanos no Brasil: do ordenamento jurídico à realidade. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 24, n. 2, p. 219, 2019.

APÊNDICE A: ROTEIRO PARA AULA PRÁTICA DE CONFECCÃO DAS COMPOSTEIRAS



Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí
Campus Cocal

Disciplina: Química
Orientador: José Regilmar

Turma: 3ºano B adm
Orientanda: Maria da Conceição

PROJETO DE PESQUISA CONFECCÃO DE COMPOSTEIRAS

O que é compostagem?

Compostagem é o processo de degradação controlada de resíduos orgânicos sob condições aeróbias, ou seja, com a presença de oxigênio. É um processo no qual se procura reproduzir algumas condições ideais (de umidade, oxigênio e de nutrientes, especialmente carbono e nitrogênio) para favorecer e acelerar a degradação dos resíduos de forma segura.

Fatores que serão analisados: temperatura, pH, umidade, relação C/N e aeração.



Como montar uma composteira orgânica?

- 1 Escolha um recipiente adequado para adicionar o material orgânico;
- 2 Escolha um local adequado para deixar sua composteira;
- 3 Faça alguns furos no recipiente para garantir a entrada de oxigênio;
- 4 Adicione o material orgânico em camadas alternadas (carbono/nitrogênio);
- 5 Leve em consideração a relação 3/1 (C/N) para montar as camadas;
- 6 Não esqueça de adicionar água entre as camadas;
- 7 Feche a composteira para evitar a invasão de insetos ou animais;
- 8 Identifique a composteira para as análises.

Montou sua composteira?

Agora é só acompanhar o processo de maturação do composto para obter um bom produto ao término das análises.

APÊNDICE B: ROTEIRO EXPERIMENTAL PAEA ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DAS COMPOSTEIRAS ORGÂNICAS



Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí

Campus Cocal

Disciplina: Química

Turma: 3ºano B adm

Orientador: José Regilmar

Orientanda: Maria da Conceição

Componentes do grupo: _____

ROTEIRO EXPERIMENTAL

Análises físico-químicas das composteiras orgânicas

A compostagem é um processo biológico de decomposição e reciclagem da matéria orgânica em que a ação de fungos, bactérias, e outros microrganismos transformam os resíduos em humos ricos em nutrientes. Nesse sentido, para que seja possível observar e acompanhar essas condições no material orgânico utilizado nas composteiras, serão realizadas as seguintes análises: **temperatura, pH, umidade e aeração**.

Objetivo Geral

Analisar e quantificar os parâmetros de temperatura, pH, umidade e aeração durante o processo de maturação do material orgânico das composteiras.

Materiais e Reagentes

- Béquer 100 mL;
- Béquer 250 mL;
- Placa de petri;
- Funil de vidro;
- Termômetro;
- Proveta 100 mL;
- Espátula;
- Garra de ferro;
- Papel de filtro;
- Balança analítica;
- Estufa de secagem;
- pHmêtro;
- Suporte universal;
- Pissôta;
- Amostra de composto orgânico;
- Água destilada.

Metodologia experimental

As análises de temperatura e aeração serão desenvolvidas fora dos laboratórios (na área onde estão as composteiras), enquanto as análises de umidade e pH serão realizadas nos laboratórios de química e biologia.

Análise de temperatura:

Para aferir a temperaturas do material orgânico, deve-se inserir o termômetro em três locais diferentes (no meio e nos lados direito e esquerdo da composteira) e calcular a média da temperatura de cada composteira (A, B e C). Em seguida anote o resultado.

Análise de pH:

Colete em um béquer 20 g de material orgânico de cada uma das composteiras (A, B e C). Em seguida com o auxílio de uma proveta transfira 70 mL de água destilada para o béquer e misture a solução. Logo após, filtre a solução utilizando papel de filtro junto ao funil de vidro posicionado em um suporte universal. Colete a solução filtrada em um béquer e leve até o pHmetro para observar o resultado.

Análise de umidade

Colete em uma placa de Petri 10 g de material orgânico. Em seguida leve até a estufa de secagem e deixe por 5 horas à 105 °C. Após esse período realize o cálculo de umidade e anote os resultados.

Fórmula para cálculo de teor de umidade

$$h(\%) = \frac{(Min - Ma)}{Min} \cdot 100\%$$

h = teor de umidade (%)

Min = massa da amostra *in natura*

Ma = massa da amostra aquecida em estufa (g)

Análise de aeração

O processo de aeração é simples e pode ser feito no local onde está a composteira. Para realizar esse processo revire o material e misture-o bem tampando-o novamente.