



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

VINÍCIUS RESENDE MARINS

**ADIÇÃO DE SULFATO DE AMÔNIO NO PROCESSO DA COMPOSTAGEM DE
RESÍDUOS DE PODA URBANA**

Prof. Dr. JOSÉ CARLOS ARTHUR JUNIOR
Orientador

MSc. VICTÓRIA MARIA MONTEIRO MENDONÇA
Coorientadora

SEROPÉDICA, RJ
SETEMBRO - 2022



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

VINÍCIUS RESENDE MARINS

**ADIÇÃO DE SULFATO DE AMÔNIO NO PROCESSO DA COMPOSTAGEM DE
RESÍDUOS DE PODA URBANA**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Florestal, como requisito parcial para a obtenção do Título de Engenheiro Florestal, Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Prof. Dr. JOSÉ CARLOS ARTHUR JUNIOR
Orientador

MSc. VICTÓRIA MARIA MONTEIRO MENDONÇA
Coorientadora

SEROPÉDICA, RJ
SETEMBRO - 2022

**ADIÇÃO DE SULFATO DE AMÔNIO NO PROCESSO DA COMPOSTAGEM DE
RESÍDUOS DE PODA URBANA**

VINÍCIUS RESENDE MARINS

APROVADA EM: 14/09/2022

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. JOSÉ CARLOS ARTHUR JUNIOR – UFRRJ
Orientador

MSc. VICTÓRIA MARIA MONTEIRO MENDONÇA – PPGCAF/UFRRJ
Coorientadora

Profa. Dra. ERICA SOUTO ABREU LIMA - UFRRJ
Membro

Aos meus pais Alexandre Marins e Eliã Marins. Os dois maiores incentivadores das realizações dos meus sonhos.

Ao meu amigo in memória Júlio Cesar de Oliveira,

Ao meu companheiro Jonathan Soares Gomes e

E a todos que lutam por um mundo com mais amor.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter permitido que eu tivesse saúde e determinação para não desanimar durante a realização deste trabalho.

Ao meu pai, Alexandre Marins, por toda sua presença e persistência durante toda minha trajetória e existência de vida.

A minha mãe, Eliã Marins, por sempre me apoiar e estar presente durante todo esse trajeto.

A minha irmã, Amaralina Marins, que mesmo distante sempre me fez sorrir.

Ao meu companheiro, Jonathan Soares Gomes, que durante toda a trajetória da graduação sempre esteve ao meu lado em todos os momentos me apoiando.

Ao meu chefe e amigo in memória, Júlio César de Oliveira, que me deu a oportunidade de atuar na área da compostagem e me ajudou a trilhar um caminho lindo, sei que de algum lugar você zela todos que estão naquela empresa. Obrigado por tanto.

A minha chefe e amiga, Roxsane dos Santos Oliveira, por me incentivar e me ajudar a finalizar esse projeto tão sonhado e esperado.

Ao meu Orientador José Carlos Arthur Junior, pela paciência, dedicação, orientação e confiança durante esse trabalho.

A minha Coordenadora Victória Maria Monteiro Mendonça por estar sempre disposta a me ajudar e aconselhar nas horas mais difíceis.

Aos meus amigos Emanuel, Natália, Renata, Fernanda, Geórgia, Leise e Thamiris, por todo apoio e incentivo desde o início da graduação.

Aos meus filhos de quatro patas, Adobe e Abel, pelo amor incondicional que vocês transbordam.

E a todos que por falha da memória não foram citados, que contribuíram para minha formação acadêmica e realização deste trabalho.

Muito Obrigado!

RESUMO

Os resíduos de poda urbana geram impactos nos aterros sanitários e na sociedade, devido à falta de modelos eficientes para a gestão desses resíduos, que acabam resultando na disposição inadequada desses materiais. Dentre as soluções que merecem destaque, está o processo de compostagem, como método ambientalmente correto e seguro para a reciclagem e reutilização dos resíduos de poda. A compostagem é um processo aeróbio, controlado, desenvolvido por uma grande diversidade de microrganismos e que resulta na produção de composto orgânico, com potencial uso agrícola. Com vistas a acelerar o processo de compostagem, tendo em vista que o processo demora cerca de 3 meses em decomposição, este trabalho monitorou o desempenho dos tratamentos de resíduos de poda urbana com adição de diferentes doses de sulfato de amônio. Foram adicionadas as doses de 1,46 Kg no tratamento 2 (Relação C/N 25), 3,50 kg/N no tratamento 3 (Relação C/N 30) e 6,34 kg/N no tratamento 4 (Relação C/N 25) de $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ por m³ da leira, mais o tratamento sem adição (tratamento 1), ambos com três repetições. O processo foi monitorado durante 45 dias, no que se refere a temperatura e o pH, realizando 3 medidas em cada leira. Após o período de maturação foi analisado o volume final do composto, o volume peneirado (malha de 3 mm). O composto apresentou resultados significativamente diferente (utilizando o teste de média tukey) entre os tratamentos, no que se refere a leiras que foram adicionadas o $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. Além disso, durante todo o processo os tratamentos com adição de $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ foram observadas diferenças na temperatura e pH. O tratamento com adição do sulfato de amônio com relação C/N 30:1 apresentou maior redução do volume, comparado ao volume inicial. O volume do material peneirado, dos tratamentos com adição de sulfato de amônio, independente das doses tiveram suas médias sem diferenças significativas. O pH final e a densidade seca dos compostos obtidos estão dentro das faixas consideradas adequadas para todos os tratamentos.

Palavras-chave: Sustentabilidade; Resíduos Sólidos Urbanos; Fertilizantes.

ABSTRACT

Urban pruning waste generates impacts on sanitary landfills and on society, due to the lack of efficient models for the management of these wastes, which end up resulting in the inadequate disposal of these materials. Among the solutions worth mentioning is the composting process, as an environmentally correct and safe method for recycling and reusing pruning waste. Composting is an aerobic, controlled process, developed by a great diversity of microorganisms and that results in the production of organic compost, with potential agricultural use. In order to accelerate the composting process, given that the process takes about 3 months to decompose, this work monitored the performance of urban pruning waste treatments with the addition of different doses of ammonium sulfate. Doses of 1.46 kg in treatment 2 (C/N ratio 25), 3.50 kg/N in treatment 3 (C/N ratio 30) and 6.34 kg/N in treatment 4 (C/N ratio) were added. N 25) of $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ per m³ of the windrow, plus the treatment without addition (treatment 1), both with three replications. The process was monitored for 45 days, with regard to temperature and pH, performing 3 measurements in each windrow. After the maturation period, the final volume of the compost, the sieved volume (3 mm mesh) was analyzed. The compost showed significantly different results (using the tukey average test) between treatments, with regard to windrows to which $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ were added. Furthermore, during the entire process, the treatments with the addition of $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ were observed differences in temperature and pH. The treatment with the addition of ammonium sulfate with a C/N ratio of 30:1 showed a greater reduction in volume, compared to the initial volume. The volume of sieved material, treatments with the addition of ammonium sulfate, regardless of doses, had their averages without significant differences. The final pH and dry density of the compounds obtained are within the ranges considered adequate for all treatments.

Keywords: Sustainability; Urban solid waste; Fertilizers.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	2
2.1 Arborização e o Resíduo de Poda Urbana	2
2.2 Processo de Compostagem	5
2.2.1 Definição	5
2.2.2 Fatores que Influenciam no Processo	6
2.2.2.1 Temperatura	6
2.2.2.2 Teor de Umidade	7
2.2.2.3 Potencial Hidrogeniônico (pH)	8
2.2.2.4 Relação C:N	8
3. MATERIAL E MÉTODOS	9
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
5. CONCLUSÃO	22
6. REPEFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23

LISTA DE TABELAS

Tabela 1-Adição de nitrogênio (N) por meio do fertilizante sulfato de amônio.	11
Tabela 2- Resultado da análise de variância para o volume final (VF), o volume peneirado (VP), o pH e a densidade seca (DS) do composto obtido no processo de compostagem de 30% de resíduo lenhoso + 70% de resíduo não lenhoso, após 45 dias da montagem da leira.	18

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Fases de temperatura da compostagem. Fonte: D'ALMEIDA e VILHENA (2000).	7
Figura 2:Foto aérea do local do experimento realizado com drone em 16/07/2022....	9
Figura 3:Temperatura da região de Araruama no período de realização do experimento. Fonte: NASA - National Aeronautics and Space Administration.....	9
Figura 4:Processo de trituração dos resíduos utilizando picador.....	10
Figura 5: Montagem das leiras na forma de monte com 1 m ³ de resíduos na proporção de 30% de resíduo lenhoso e 70% de resíduo não lenhoso, nas dimensões de 1,2 m de largura e de comprimento, e 1,0 m de altura (A); imagem realizada com drone da área experimental (B).....	12
Figura 6:Termômetro (A), pHmetro (B) e método visual (C) para mensuração das variáveis temperatura, pH e umidade respectivamente.	12
Figura 7: Recobrimento das leiras com lona plástica para proteção contra o vento e chuva.	13
Figura 8: Composto em processo de secagem (A); equipamento utilizado para mensuração do composto resultante (B); peneira de malha de 3mm utilizado para classificação do composto (C).	14
Figura 9: Temperatura média das leiras de compostagem de resíduos de poda urbana em função da adição de sulfato de amônio entre 0 e 45 dias após a montagem das leiras.	16
Figura 10: pH médio das leiras de compostagem de resíduos de poda urbana em função da adição de sulfato de amônio entre 0 e 45 dias após a montagem das leiras.	17
Figura 11- Volume final (VF) (A), volume peneirado (VP) (B), pH (C) e densidade seca (DS) (D) do composto obtido no processo de compostagem de 30% de resíduo lenhoso + 70% de resíduo não lenhoso, da poda urbana, após 45 dias da montagem da leira, em função da adição de nitrogênio (N) por meio do sulfato de amônio. Letras diferentes indicam diferenças pelo teste de médias de Tukey a 95% de probabilidade.	19
Figura 12: Tratamento 1 aos 45 dias após a montagem das leiras (A); tratamento 3 aos 45 dias após a montagem das leiras (B).	20

1. INTRODUÇÃO

A arborização urbana é um elemento importante da paisagem urbana e engloba todas as formas de vegetação localizadas em espaços livres urbanos (Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, 2002). Essa vegetação traz consigo uma série de benefícios, como proporcionar um melhor efeito estético, sombra para os pedestres e veículos, proteger e direcionar o vento, amenizar a poluição sonora, melhorar a qualidade do ar e preservar a fauna silvestre (XANXERÊ, 2009).

No entanto essa vegetação, em função da queda de ramos, de frutos, das inflorescências ou das folhagens, assim como pelo manejo da poda e da supressão, geram uma parcela significativa dos resíduos sólidos urbanos (RSU) e geralmente são descartados em aterros sanitários ou lixões e, em alguns casos, incinerados (ARIGUCHI et al., 2015).

Os resíduos urbanos de poda, de varrição de rua e de limpeza de logradouros de vias públicas, de acordo com o Instituto Nacional do Ambiente do Rio de Janeiro (INEA) são caracterizados como resíduos de Classe II A. A Classe I é para resíduos perigosos, já a Classe II é para resíduos não perigosos onde é dividido em duas subclasses, a A não-inertes e a B inertes. Essa classificação é feita pela norma ABNT NBR 10004.

A alternativa que vem sendo preterida pelos municípios é a realização do processo de compostagem desse resíduo, gerando ao final um composto orgânico a fim de aplicá-lo como condicionador de solo, formando assim um composto que podeseer vendo para hortos, agropecuárias e jardinagens em geral (BUTLER et al., 2001). O processo de compostagem, além de minimizar os impactos ambientais no solo, ar e água, oferece um composto orgânico rico em nutrientes para plantas (SANTOS et al., 2015).

O processo ocorre de maneira natural no ambiente, porém o termo compostagem, está associado ao manejo elaborado pelo ser humano, que a partir da observação desse processo, desenvolveu técnicas para acelerar a decomposição da matéria orgânica (OLIVEIRA; SARTORI; GARCEZ, 2008). Alguns fatores como a temperatura, a aeração, a umidade, o pH, a relação C/N, a granulometria e os

microrganismos são essenciais para a compostagem (OLIVEIRA; SARTORI; GARCEZ, 2008), e podem ser controlados a fim de acelerar a decomposição.

Ao final da compostagem é essencial obter um composto maduro, sem quaisquer compostos que possam inibir o crescimento das plantas ou outras características indesejáveis, como odores (SAID-PULLICINO et al., 2007). Nesse sentido, existe uma limitação dos resíduos urbanos de poda. Por serem resíduos em sua maior parte lenhosos, possuem uma elevada relação C/N, acima de 40. Por consequência, o processo de compostagem não se desenvolve por completo, ou leva um tempo muito maior para isso.

Para que o processo de compostagem se desenvolva, entre outros fatores, é fundamental que a relação C/N esteja em torno de 30. Para isso, muitas vezes é necessário a mistura com outros materiais, com baixa relação C/N. Alternativamente a adição de nitrogênio via fertilizantes se torna uma possibilidade no meio científico como forma de diminuir a relação C/N na compostagem. Nesse contexto objetivou-se avaliar o efeito da aplicação de doses crescentes de nitrogênio por meio do sulfato de amônio $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ na compostagem de resíduos de poda urbana.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Arborização e o Resíduo de Poda Urbana

A arborização urbana é um elemento construtivo da paisagem urbana e engloba todas as formas de vegetação localizadas em espaços livres urbanos (Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, 2002). Ações periódicas como irrigação, adubação complementar, poda e substituição de árvores/arbustos são necessárias para manter essas áreas (OLDFIELD et al., 2013).

Para Silva et al. (2007), a arborização urbana é o conjunto de áreas públicas ou privadas com vegetação predominantemente arbórea ou em estado natural que uma cidade apresenta, incluindo as árvores das ruas, avenidas, parques públicos e demais áreas verdes. Além disso, pode-se notar que:

Entende-se por arborização urbana toda cobertura vegetal de porte arbóreo existente nas cidades. Essa vegetação ocupa, basicamente, três espaços distintos: as áreas livres de uso público e potencialmente coletivas, as áreas livres particulares e acompanhando o sistema viário (EMBRAPA, 2000 apud RIBEIRO, 2009, p. 2).

Além de ser um serviço público, a arborização urbana é um patrimônio que deve ser conhecido e conservado para as futuras gerações, pois traz muitos benefícios ao homem, como proporcionar um melhor efeito estético, sombra para os pedestres e veículos, proteger e direcionar o vento, amortecer o som, amenizar a poluição sonora, melhorar a qualidade do ar e preservar a fauna silvestre (XANXERÊ, 2009).

Um aspecto importante da arborização de ruas refere-se à planejamento adequado e uso adequado de espécies arbóreas para evitar conflitos com outras estruturas urbanas, como rede elétrica aérea, tubulações subterrâneas, tráfego e outros (VILLARINHO; MACEDO; TOMIAZZI, 2005). Um plano de gestão de arborização deficiente é muito comum, e as árvores acabam causando diversos danos como conflito com fios elétricos, interrupções no fornecimento de eletricidade, entupimento de esgotos e calhas de chuva, rachaduras em calçadas, obstáculos à população e acidentes envolvendo pedestres, veículos ou edifícios (TAKAHASHI, 1992).

Visando a reparação desses conflitos, são utilizadas as técnicas de poda, como estratégia de manejo dos indivíduos arbóreos nos centros urbanos. Tornando possível desenvolver uma boa gestão das árvores, adequando suas estruturas de copa aos espaços físicos disponíveis (SILVA et al.,2015). As podas corrigem defeitos estruturais, orientam e controlam o crescimento; mantém distância segura entre os galhos e condutores de energia elétrica; assegurem equilíbrio entre a parte aérea e radicular, entre muitas outras ações (RECIFE, 2013).

A remoção de ramos, frutos, inflorescências ou folhagens promove a longevidade das árvores, contudo, os resíduos gerados correspondem a uma parcela significativa dos resíduos sólidos urbanos e geralmente são descartados em aterros

ou lixões e, em alguns casos, incinerados (HARIGUCHI et al. 2015; LYON; BOND, 2014).

Dessa maneira, a poda em árvores urbanas é uma prática muito comum e a quantidade de resíduos gerada resultante de tal prática, é preocupante, sendo de extrema importância a avaliação das melhores técnicas de reaproveitamento de resíduos de acordo com sua composição. As técnicas de poda realizadas de forma correta, contribuem como estímulo ao crescimento, à floração e à frutificação, caso contrário é uma injúria feita a um organismo vivo podendo comprometer o desenvolvimento biológico dos indivíduos (RECIFE, 2013).

Segundo Saiter (2008), existem várias formas para o aproveitamento dos resíduos da arborização urbana, como a utilização de coberturas em granjas, em indústrias de painéis de madeira, na compostagem, entre outras. O reaproveitamento dos resíduos, como por exemplo, na pirólise da matéria-prima, transformando o resíduo em energia, ajuda na preservação da natureza e na economia de energia (ALVES et al., 2015).

A compostagem surge como uma forma eficiente de se obter a biodegradação controlada dos resíduos de natureza orgânica (PEREIRA NETO, 2007), podendo ser definida como um processo controlado, caracterizado pela decomposição aeróbica da matéria orgânica através dos microrganismos (INÁCIO; MILLER, 2009). O produto resultante da compostagem pode ser utilizado como fertilizante na agricultura ou na recuperação de áreas degradadas. No caso da produção em grandes quantidades, este composto pode ser comercializado, desde que atenda as exigências mínimas, de 1% de nitrogênio e relação C/N máxima de 18:1 com qualidade prevista na Portaria Nº. 01/1983 do Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA (BRASIL, 1983) e na Resolução CONAMA 481/2017.

Quando realizada em larga escala, a compostagem deve estar em conformidade com a resolução CONAMA Nº 481, de 3 de outubro de 2017 (CONAMA, 2017), que estabelece critérios e procedimentos para garantir o controle e a qualidade ambiental do processo de compostagem de resíduos orgânicos.

2.2 Processo de Compostagem

2.2.1 Definição

A compostagem é a decomposição aeróbia da matéria orgânica pela ação de organismos biológicos, em condições físicas e químicas adequadas. Segundo Pereira Neto (1995), a compostagem é um processo biológico controlado de tratamento e estabilização de resíduos orgânicos para produção do húmus, desenvolvida em duas fases: degradação ativa e maturação.

Segundo Kiehl (1998), o composto é resultado de um processo controlado de decomposição bioquímica de matérias orgânicas, transformadas em um produto mais estável e aproveitável como fertilizante.

A NBR 13591 (ABNT, 1996) define a compostagem de resíduos da seguinte maneira:

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

Logo, pode-se entender a compostagem como uma técnica biotecnológica de degradação da fração orgânica de uma substância, realizada por microrganismos na presença de oxigênio, a fim de tornar os resíduos envolvidos no processo inertes e biologicamente estáveis reduzindo seu potencial de contaminação no meio ambiente (CASTRO, 2018; MENDONÇA et al., 2021).

2.2.2 Fatores que Influenciam no Processo

2.2.2.1 Temperatura

A compostagem caracteriza-se por ser um processo exotérmico de decomposição dos resíduos orgânicos, que gera calor e aumenta a temperatura da leira, devido à atividade microbiana (KIEHL, 1985). Na compostagem, a temperatura é o fator indicativo do equilíbrio biológico, o que reflete a eficiência do processo. (COSTA et al., 2009)

A temperatura é considerada por muitos pesquisadores como o mais importante indicador da eficiência do processo de compostagem, estando intimamente relacionada com a atividade metabólica dos microrganismos, a qual é diretamente afetada pela taxa de aeração (PEREIRA NETO, 1988; IMBEAH, 1998 citado por LI et al., 2008). Tiquia et al. (1997), estudando a compostagem da mistura de dejetos de suínos e serragem concluíram que a aferição da temperatura é um parâmetro que pode indicar a taxa de decomposição e a maturidade do composto, sendo considerado maduro, quando a temperatura atingir valores próximos à temperatura ambiente.

A compostagem deve ocorrer de maneira aeróbia e a temperatura pode variar nas faixas de 45°C a 75°C na fase termofílica, já na fase mesofílica a temperatura ficará em torno de 25°C a 43°C (ANDREOLI, 2001). Para Poincelot (1974), a fase mais importante do processo de compostagem seria a fase termófila, na qual a temperatura chegaria até 70°C, neste estágio os microrganismos teriam a maior atividade de compostagem. Modesto Filho (1999) e Kiehl (1998) definem três etapas bem definidas na compostagem em relação à temperatura, sendo a primeira mesofílica, a segunda termofílica e a terceira a leira retorna para a fase mesofílica onde ocorre a maturação do resíduo (Figura 1).

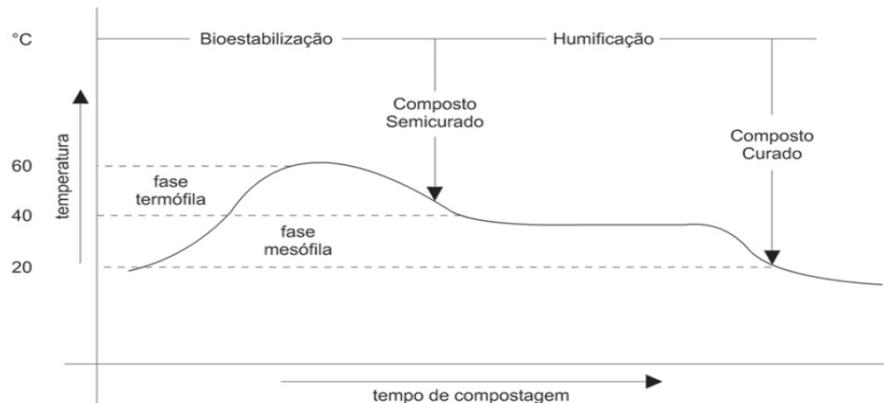


Figura 1: Fases de temperatura da compostagem. Fonte: D'ALMEIDA e VILHENA (2000).

O ideal é não deixar que a temperatura ultrapasse 65°C, pois temperaturas elevadas prejudicam a atividade biológica, interferindo no processo de compostagem e conseqüentemente na qualidade do composto.

A resolução CONAMA nº 481/2017, determina que durante o processo de compostagem deverá ser garantido o período termofílico mínimo requerido para redução de agentes patogênicos, mantendo temperaturas maiores que 55 o C por 14 dias, ou maiores que 65 o C por 3 dias, e que a temperatura deve ser medida e registrada ao menos uma vez por dia durante o período mínimo de higienização.

2.2.2.2 Teor de Umidade

O controle da umidade é importante para a compostagem, pois consiste em um processo biológico, no qual a existência de água é indispensável para a atividade dos microrganismos ao decorrer do processo de degradação da matéria orgânica. A água precisa ser dosada de forma que o processo ocorra de forma aeróbica (BARATTA JUNIOR, 2007).

Segundo Kiehl (1998) e Pereira Neto (1989), aproximadamente 55% de umidade é considerado ótimo para o processo de compostagem. Porém, altos teores de umidade (maiores que 65%) fazem com que a água ocupe espaços vazios da massa, impedindo a livre passagem do oxigênio, causando condições de anaerobiose. Baixos teores (menores que 40%) limitam a atividade microbiológica, diminuindo a taxa de estabilização (PEREIRA NETO, 1998).

2.2.2.3 Potencial Hidrogeniônico (pH)

O potencial hidrogeniônico (pH) é importante pois indica em qual fase o processo se encontra. A faixa de pH considerada ótima para o desenvolvimento dos microrganismos responsáveis pela compostagem situa-se no meio ácido entre 4,0 a 6,0, uma vez que a maioria das enzimas se encontram ativas nesta faixa de pH (RODRIGUES et al., 2006). Porém, Pereira Neto (2007) afirma que a compostagem pode ser desenvolvida em uma faixa de pH entre 4,5 e 9,5, sendo que os valores extremos são automaticamente regulados pelos microrganismos, por meio da degradação dos compostos, que produzem subprodutos ácidos ou básicos, conforme a necessidade do meio. No entanto, Primavesi (1981) afirma que as alterações do pH podem ativar ou quase inativar as enzimas presentes nos microrganismos.

Na fase inicial do processo, fase mesofílica 1 e termofílica, é comum encontrar pH em torno de 4,0 a 6,0 pois os microrganismos trabalham melhor no meio ácido, em contrapartida, na fase mesofílica 2 o pH ideal é na faixa de 6,0 a 8,0 podendo ter variações nas zonas de transição das fases (COSTA et al., 2006; ORRICO JÚNIOR; ORRICO; LUCAS JÚNIOR, 2009, 2010).

2.2.2.4 Relação C:N

A relação C/N, é um dos parâmetros mais importantes no controle do processo de compostagem e na determinação do grau de maturação, servindo como indicador de fases. Essa relação é primordial para o crescimento microbiológico, já que a atividade dos microrganismos heterotróficos, envolvidos no processo, depende tanto do conteúdo de C para fonte de energia, quanto de N para síntese de proteínas (SHARMA et al., 1997). Desta forma, a relação C/N deve ser determinada no material a ser compostado, para efeito de balanço de nutrientes, influenciando assim na ativação microbiológica gerando um balanço correto da temperatura, pH e dos outros fatores que influenciam na decomposição correta do material desejado. Para a adequação do nitrogênio pode ser necessária a adição de fertilizante na montagem das leiras para maior efetivação no processo de compostagem e adequação da relação C/N. Segundo a Resolução CONAMA 481/2017, o processo de compostagem deve garantir uma relação carbono/nitrogênio no composto final menor ou igual a 20:1.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido entre 15 de julho e 29 de agosto de 2022, na Usina de Compostagem Verde Vida, na cidade de Araruama, Região dos Lagos, no estado do Rio de Janeiro (Figura 2).



Figura 2:Foto aérea do local do experimento realizado com drone em 16/07/2022.

Durante os 45 dias do processo de compostagem, nos meses de julho de 2022 a agosto de 2022, as temperaturas médias máximas do município foram de 19 – 22°C (Dados oriundos da Análise Retrospectiva da Era Moderna – NASA 2022) e a temperatura média máxima registrada pelo medidor de temperatura (Solotest tipo: Soloterm 1200 K (Chromel-Alumel)) foi de 27°C (Figura 3).

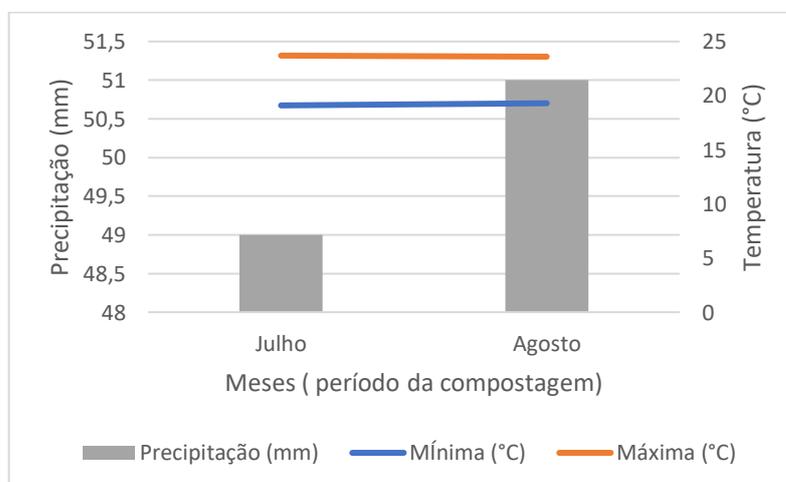


Figura 3:Temperatura da região de Araruama no período de realização do experimento. Fonte: NASA - National Aeronautics and Space Administration

Os resíduos utilizados no estudo foram provenientes de diversas cidades, entre elas Saquarema, Araruama, Iguaba Grande e São Pedro da Aldeia. Os resíduos de poda em sua maioria foram provenientes da poda urbana, todavia, também foi recebido material de supressão de vegetação, e nesse caso é comum ter material lenhoso, como troncos e galhos mais grossos, que consistem numa parcela de 30% do total de resíduo. A outra parcela, foi proveniente de folhas e galhos mais finos, o equivalente a 70% do material. Dentre as espécies que chegaram na usina de compostagem foram observadas: *Casuarina equisetifolia*, *Mangifera indica*, *Prunus dulcis*, *Persea americana*, *Caesalpinia leiostachya*, *Caesalpinia peltophoroides* e *Campomanesia phaea*.

Esse resíduo foi dividido em dois tipos, um lenhoso, englobando os troncos e galhos de diâmetro maior que 8,0 cm (denominado de marrom), e um não lenhoso com folhas e galhos menores de até 8,0 cm de diâmetro (denominado de verde).

Após a separação do resíduo, realizou-se a trituração no picador a Tambor PTL 170x400 Lippel (Figura 4), apto a triturar diversos tipos de madeira e toras duras com até 170 mm de diâmetro, com alto rendimento e produtividade na geração de cavacos de até 8 cm x 3 cm de dimensão. Com isso, foi possível reduzir o tamanho do resíduo e aumentar a superfície de contato, permitindo maior ação dos microrganismos no processo de compostagem.



Figura 4: Processo de trituração dos resíduos utilizando picador.

Foram retiradas amostras dos dois tipos de resíduos, lenhoso e não lenhoso, e encaminhados para determinação da composição elementar dos teores de carbono (C) e nitrogênio (N) no Laboratório de Estudos das Relações Solo-Água-Planta (LSP)

do departamento de Solos da UFRRJ, em Seropédica/RJ. O material lenhoso apresentou em média 27,6% de C e 0,55% de N, e o não lenhoso 29,4% de C e 0,85% de N.

Além da análise química, foi realizada a estimativa da densidade úmida e seca, conforme metodologia descrita na planilha de cálculo de compostagem CompostCalc, disponibilizada pela Embrapa Agrobiologia (LEAL, 2018).

Em função das proporções de resíduos que a usina de compostagem recebe, foi pré-estabelecido que a mistura dos tipos de resíduos seria na proporção volumétrica de 30% de lenhoso e 70% de não lenhoso. Essa mistura resulta numa relação C/N de 40, acima do valor ideal recomendado de 30 (INÁCIO; MILLER, 2009)

Dessa forma, utilizando a planilha CompostCalc, estimou-se a quantidade de N necessária para mudar a relação C/N. Como fonte de N, utilizou-se o fertilizante sulfato de amônio, que de acordo com a garantia do fornecedor possui 21% de N.

Dessa forma, estabeleceu-se quatro relações C/N para a realização da compostagem (Tabela 1). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC) com três repetições por tratamento, totalizando 12 leiras.

Tabela 1-Adição de nitrogênio (N) por meio do fertilizante sulfato de amônio.

Adição de nitrogênio (N) por meio do fertilizante sulfato de amônio.

Tratamento	Relação C/N	Adição de N	Dose de sulfato de amônio
			Kg m ⁻³
1	40	0,00	0,00
2	35	0,31	1,46
3	30	0,73	3,50
4	25	1,33	6,34

As leiras foram montadas em forma de monte, com aproximadamente 1m³ tendo 1,2 metro de largura e comprimento, e 1,0 metro de altura (Figura 5A). As leiras foram dispostas sobre superfície lisa, concretada e levemente declivosa, para que não houvesse acúmulo de líquidos na base da pilha (Figura 5B).

A



B



Figura 5: Montagem das leiras na forma de monte com 1 m³ de resíduos na proporção de 30% de resíduo lenhoso e 70% de resíduo não lenhoso, nas dimensões de 1,2 m de largura e de comprimento, e 1,0 m de altura (A); imagem realizada com drone da área experimental (B)

Foram realizadas diariamente medições de temperatura, umidade e do pH de todas as leiras. Para as medições de temperatura foi utilizado o termômetro Solotest tipo: Soloterm 1200 K (Chromel-Alumel) (Figura 6A). Cada medição consistia em três pontos diferentes na pilha de compostagem, topo, centro e base. O pH foi mensurado nos três pontos com pHmetro de Solo Digital 4 em 1 (Figura 6B). Para medição da umidade, foi usado o método artesanal e visual. Foi usado uma luva de proteção para extrair uma amostra do centro da leira e verificar a umidade, o material deve estar denso e pegajoso, porém sem escorrer água, com cerca de 50% a 60% de umidade (Figura 6C).

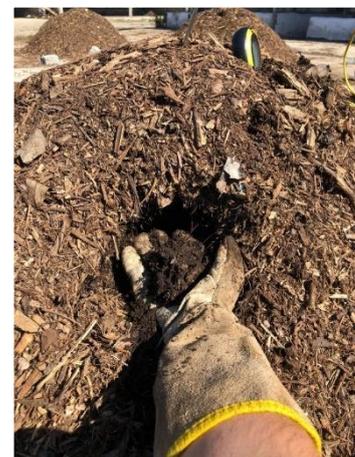


Figura 6: Termômetro (A), pHmetro (B) e método visual (C) para mensuração das variáveis temperatura, pH e umidade, respectivamente.

Nas medições foram verificadas as temperaturas, pH e umidade diários, fatores que interferem diretamente na condução do experimento e foram usados como indicadores no processo de compostagem. O aumento da temperatura e diminuição do pH indica que o processo ainda está na fase termofílica e não entrou na fase de maturação.

Durante todo o processo foi realizado o manejo da leira como aeração passiva, para a entrada de oxigênio, e o revolvimento para o controle de umidade e homogeneização do material. O umedecimento das leiras foi realizado sempre que necessário, a partir do resultado do teste da mão (NUNES, 2009).

A redução da temperatura e aumento do pH foram usados como indicadores, pois o aumento do pH e redução da temperatura pode indicar a falta de oxigenação interna das leiras, devido a própria compactação do material, o que afeta diretamente na ativação dos microrganismos. Em contrapartida, a redução de temperatura e o aumento do pH pode ser devido à falta de umidade interna das leiras que também afeta na atividade micro biótica, para esse caso foi preciso realizar o revolvimento do material juntamente com o controle da umidade, fazendo assim a adição de água de forma homogênea nas leiras.

O vento na região foi expressivo e o mesmo interfere na umidade interna nas leiras, dessa forma foi necessária, quando os ventos ultrapassaram 25 km/h, a utilização de lonas plásticas para o recobrimento das leiras (Figura 7). Além disso, as lonas também impediram o encharcamento com água proveniente das chuvas.



Figura 7: Recobrimento das leiras com lona plástica para proteção contra o vento e chuva.

O composto resultante foi espalhado para secagem por três dias (Figura 8A), em seguida foram usados carrinhos de mão de 90 Litros e bacias de 20 Litros para dimensionar a quantidade de composto resultante após o processo (Figura 8B).

Posteriormente, o composto foi peneirado (peneira com malha de 3 mm) separando o material de maior granulometria, e novamente dimensionado a quantidade de composto resultante (Figura 8C).



Figura 8: Composto em processo de secagem (A); equipamento utilizado para mensuração do composto resultante (B); peneira de malha de 3mm utilizado para classificação do composto (C).

Em relação as análises, após o processo de peneiramento de cada tratamento, as mesmas foram encaminhadas para o Laboratório de Gênese e Classificação de solos da UFRRJ para determinação do pH ao final do processo e densidade seca. E após esses resultados foram feitas análises estatísticas como teste ANOVA para verificar as diferenças entre os tratamentos em seguida o teste de médias, utilizando o teste tukey para identificar quais foram essas diferenças.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A temperatura do processo de compostagem é o principal fator que determinará a sucessão das populações microbianas e sua representatividade nas fases de degradação, sendo elas a mesofílica e a termofílica (REBOLLIDO et al., 2008).

Durante os primeiros dias a temperatura ficou em torno de 50°C, comportamento também observado por Silva (2005) e Gregolin (2022). Além disso, é possível notar uma elevação de temperatura aos 10, 29 e 36 dias após a montagem das leiras devido aos manejos realizados (Figura 9).

A temperatura voltou a aumentar e o processo de compostagem teve continuidade após o revolvimento com adição de água, demonstrando a assertividade do manejo aplicado. Isso também foi observado em Gregolin (2022) que mostra a elevação da temperatura nos dias em que a precipitação aumenta. No caso do trabalho em questão o controle de umidade foi feito de maneira manual, outrossim apresentou elevação na temperatura após o manejo de controle de umidade. Pois para que ocorram as reações bioquímicas adequadamente a umidade das pilhas deve manter-se de 40 a 60%, isso principalmente na fase inicial, quando os organismos envolvidos necessitam de água para seu crescimento (MERKEL, 1981 apud Gregolin, 2022).

A água possui papel fundamental para suprir as necessidades fisiológicas dos microrganismos que compõem a compostagem. As leiras com 1m³, são consideradas relativamente pequenas comparada a outros estudos, o que facilitou a perda de umidade interna. Além disso, o resíduo de poda urbana apresenta baixa umidade (em torno de 44%), assim, pressupõe-se que este resíduo necessite de reposição de água para atingir a umidade de 55%, ideal para compostagem (REIS, 2005).

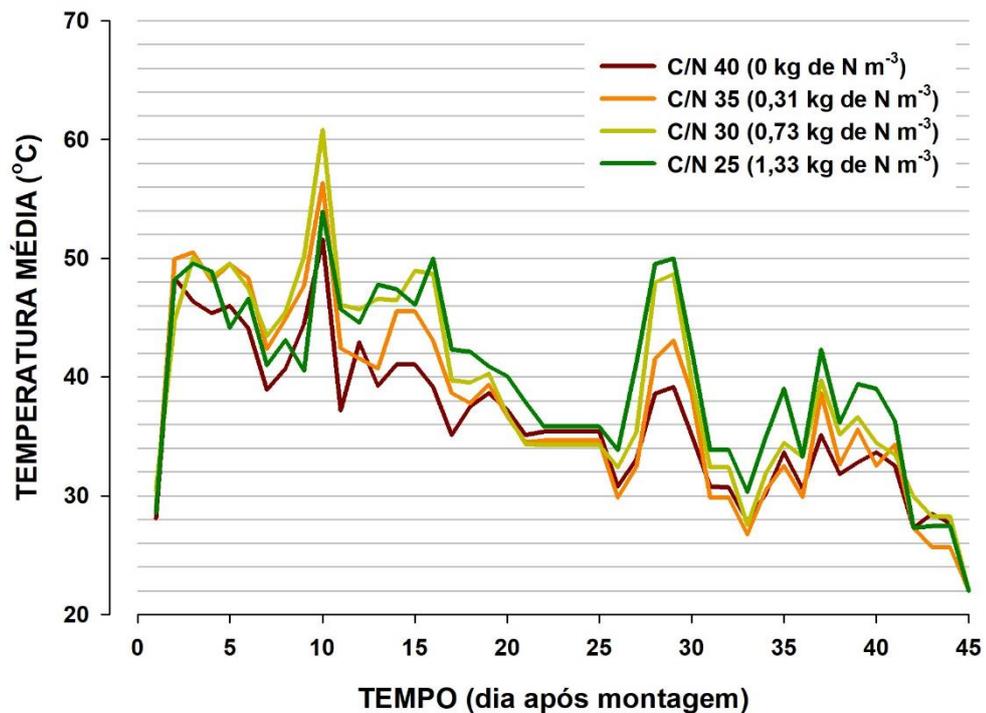


Figura 9: Temperatura média das leiras de compostagem de resíduos de poda urbana em função da adição de sulfato de amônio entre 0 e 45 dias após a montagem das leiras.

Após a montagem do experimento, todos os tratamentos tiveram elevação de temperatura (Figura 9). Segundo Andreoli (2001) na fase termofílica a temperatura pode variar nas faixas de 40°C a 70°C. A duração da fase termofílica (temperaturas acima de 40°C) foi de aproximadamente 30 dias com exceção do tratamento 1 (relação C/N 40) que manteve a temperatura abaixo de 40°C a partir do dia 16 após a montagem das leiras (Figura 9). Possivelmente essa redução precoce de temperatura ocorreu devido à baixa oferta de nitrogênio o que prejudicou a atividade micro biótica (DUTRA et al., 2013 apud SILVA, 2016).

Nos trabalhos de Dutra et al. (2012) e de Magalhães et al. (2006), que avaliaram a compostagem em diferentes resíduos de poda, ambos apresentaram resultados semelhantes, onde a fase termofílica ocorreu nos primeiros 26 dias com temperaturas máximas de 65°C.

É notório perceber também que após os 30 dias, seguindo para a fase mesofílica com temperaturas médias abaixo de 40°C, o tratamento 4 (relação C/N 25) mostrou uma elevação mais tardia da temperatura, porém se manteve maior até praticamente ao final do processo (Figura 9). Provavelmente o tratamento 4 (relação

C/N 25) estendeu sua fase de degradação ativa por apresentar maior oferta de nitrogênio, beneficiando assim os microrganismos presentes (DUTRA et al. 2013 apud SILVA, 2016).

Segundo Silva (2005) citado em Gregolin (2022), o pH é um indicador para acompanhar a maturidade e estabilidade do composto até o final do processo. No presente trabalho o pH teve uma expressiva redução nos tratamentos que tiveram adição do sulfato de amônio (tratamentos 2, 3 e 4), nos primeiros dias após a montagem das leiras (Figura 10). Posteriormente esses tratamentos tiveram elevação do pH e estabilização próximo a neutralidade. O tratamento 1 (relação C/N 40), sem adição de fertilizante teve pequena redução do pH no início, e aos 16 dias após a montagem das leiras, o mesmo apresentou estabilização do pH configurando-se assim, um processo de compostagem mais lento (Figura 10) (SILVA, 2016).

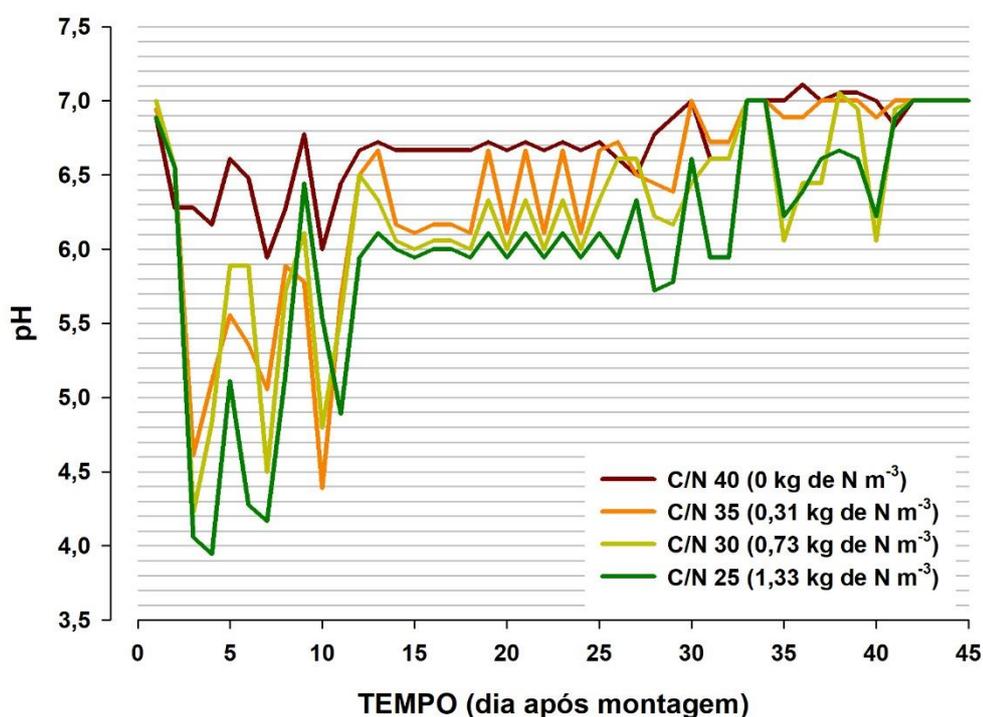


Figura 10: pH médio das leiras de compostagem de resíduos de poda urbana em função da adição de sulfato de amônio entre 0 e 45 dias após a montagem das leiras.

A redução inicial do pH deixa o ambiente adequado para a ativação e reprodução dos microrganismos e agentes decompositores. O tratamento 4 (relação C/N 25), com maior adição de sulfato de amônio, teve maior redução de pH em função do processo de oxidação que os microrganismos realizam chamado de nitrificação, que por sua vez libera hidrogênio, reduzindo assim o pH do ambiente (HUANG et al., 2012).

Em todas as fases os compostos se mantiveram na faixa de pH ácido devido a liberação de ácidos orgânicos, produtos resultantes da decomposição microbiológica (SILVA 2016), porém próximo ao término do processo, o composto, em sua fase de maturação, apresentou valores de pH entre 7 e 8 (BURLE et al., 2018).

Os parâmetros volume final (VF), volume peneirado (VP) e pH apresentaram significância pelo teste F (Tabela 2).

Tabela 2- Resultado da análise de variância para o volume final (VF), o volume peneirado (VP), o pH e a densidade seca (DS) do composto obtido no processo de compostagem de 30% de resíduo lenhoso + 70% de resíduo não lenhoso, após 45 dias da montagem da leira.

	VF	VP	pH	DS
Adição de N (P)	250,15**	10,79**	6,12*	4,06*
CV (%)	1,32	6,32	9,42	7,09

CV: Coeficiente de Variação; P: probabilidade do valor P; *: $p < 0,05$; **: $p < 0,01$

As reduções de volume ao final do processo de compostagem foram superiores a 20% para todos os tratamentos o que está de acordo com o observado em estudos realizados por Yue et al. (2008). Houve diferença entre todos os tratamentos aplicados para o volume final (Figura 11A). A maior redução ocorreu no tratamento 3 (relação C/N 30) (47%), seguida do tratamento 4 (relação C/N 25) (43%), do 2 (relação C/N 35) (38,6%) e do 1 (relação C/N 40) (30%).

COLOCAR A FIGURA LOGO APÓS A PRIMEIRA CITAÇÃO

A redução do volume do resíduo de poda urbana está diretamente ligada a degradação do material, que por sua vez se conecta com a quantidade de nitrogênio disponível durante o processo o que aumenta a ação dos microrganismos presentes (SILVA, 2016).

Leal et al. (2013) avaliaram a compostagem de mistura de capim-elefante e torta de mamona com diferentes relações C:N e observaram perdas de massa e de redução de volume nos tratamentos, onde a menor perda com 23% foi observada no tratamento C:N igual a 40 e a maior perda com 50% foi observada no tratamento com C:N igual a 20. Benites et al. (2004) analisaram a produção de adubos orgânicos a partir da compostagem dos resíduos da manutenção da área gramada do Aeroporto Internacional do Rio de Janeiro, onde o mesmo descreve a redução dos resíduos em cerca de 30%.

No presente trabalho, além das observações feitas de forma quantitativas, foi possível perceber, de forma visual, a redução do volume entre os tratamentos, principalmente no comparativo do tratamento 1 (relação C/N 40), com redução de 30% (Figura 12A) com o tratamento 3 (relação C/N 30) com redução de 47% (Figura 12B).

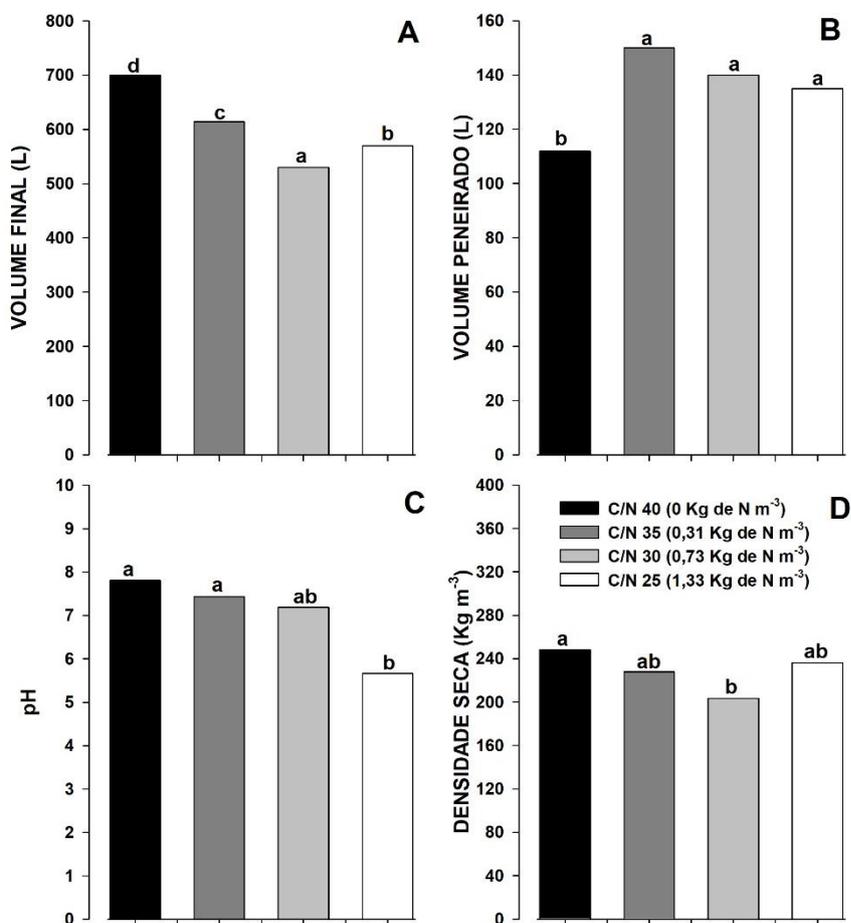


Figura 11: Volume final (VF) (A), volume peneirado (VP) (B), pH (C) e densidade seca (DS) (D) do composto obtido no processo de compostagem de 30% de resíduo lenhoso + 70% de resíduo não lenhoso, da poda urbana, após 45 dias da montagem da leira, em função da adição de nitrogênio (N) por meio do sulfato de amônio. Letras diferentes indicam diferenças pelo teste de médias de Tukey a 95% de probabilidade.

A



B



Figura 12: Volume final (VF) do composto obtido no processo de compostagem de 30% de resíduo lenhoso + 70% de resíduo não lenhoso, da poda urbana, após 45 dias da montagem da leira, do tratamento 1 (C/N 40) (A) e do tratamento 3 (C/N 30) (B)

Em relação ao volume peneirado (Figura 11B), os tratamentos que tiveram adição de sulfato de amônio (tratamentos 2, 3 e 4) não apresentaram diferença estatística significativa após a passagem na peneira 3 mm. Do ponto de vista financeiro, os três tratamentos produziram a mesma quantidade de composto peneirado, sendo assim poderia se adotar a menor dose aplicada (tratamento 2 – 0,33 kg de N m⁻³ de leira). O tratamento sem adição do fertilizante nitrogenado (tratamento 1) não obteve um bom rendimento, sendo inferior a todos os demais tratamentos (Figura 11B).

Gregolin (2022) avalia a aceleração da compostagem de resíduos de poda urbana (com maior teor de carbono) com adição de dejetos de animais (com maior teor de nitrogênio) em diferentes proporções durante 8 meses em leiras de 18m³. O mesmo observou que rendimento do material após a passagem na peneira apresentou diferença significativa entre os tratamentos, sendo que o tratamento com a maior quantidade de resíduo de poda apresentou uma produção de 15m³ após os 8 meses da montagem das pilhas o equivalente a cerca de 83% de material peneirado, já a leira com menor quantidade de resíduo de poda apresentou o pior rendimento cerca de 6m³ após a montagem das pilhas, isso é o mesmo que 33,4% de material produzido. O mesmo ainda relata que essa diferença se deu por conta da quantidade

de nitrogênio disponível, o que acelerou significativamente a decomposição, aumentando assim a produção do material testado.

No presente trabalho o tratamento sem adição de sulfato de amônio (tratamento 1 C/N 40) apresentou significativamente o menor rendimento após o peneiramento. Isso ocorreu por conta da relação C/N muito acima do padrão (C/N 30:1), onde a falta de nitrogênio limita o crescimento microbiano e o carbono não será todo degradado, visto que o resíduo de poda urbana apresenta alto teor de lignina (Haug., 1993); Souto et al., 2015). Quando ocorre a falta de nitrogênio, não acontece o aumento de temperatura no processo de compostagem e, conseqüentemente, o processo ocorre de forma mais lenta e sem o rendimento esperado. (PEDROSA et al. 2013)

Na análise de pH os três primeiros tratamentos apresentam resultados ligeiramente alcalinos, apenas o tratamento 4 (relação C/N 25) obteve pH ácido (Figura 11C). A adição de maior quantidade de sulfato de amônio influenciou diretamente no pH do processo pois foi inserido maior quantidade nitrogênio na montagem da leira que, segundo Silva (2016), aumenta a flora microbiana, e conseqüentemente amplia o processo de nitrificação que por sua vez libera hidrogênio, reduzindo assim o pH do ambiente (HUANG et al., 2012).

Gregolin (2022) após avaliar a aceleração da compostagem de resíduos de poda urbana com adição de dejetos de animais notou que o pH permaneceu na faixa de 6,0 na fase de maturação. Leal et al. (2013) avaliaram a compostagem de mistura de capim-elefante e torta de mamona e mostraram que após 60 dias o pH estabilizou em valores próximos a 7,8. No presente trabalho os valores dos três primeiros tratamentos ficaram na faixa ligeiramente alcalina, entre 7,21 à 7,87 e está de acordo com os dados apresentados por Leal et al. (2013), e em concordância com a legislação brasileira, acima de 6,0. (SILVA, 2016). Já o tratamento 4 (relação C/N 25) obteve pH ácido com média de 5,66, ficando abaixo do esperado e fora dos padrões apresentados.

Segundo Kämpf (2000) é considerável aceito para o material decomposto, densidade seca que se encontram na faixa de 200-400 kg m⁻³. No trabalho exposto, podemos observar (Figura 11) o tratamento 3 (relação C/N 30) apresentou a menor densidade seca, porém todos estão dentro da faixa sugerida por Kämpf (2000).

5. CONCLUSÃO

A adição de sulfato de amônio na compostagem de resíduos de poda urbana influenciou todos os parâmetros avaliados.

Em relação a temperatura, durante os 45 dias, os tratamentos com adição de sulfato de amônio apresentaram grandes diferenças, tendo como destaque positivo o tratamento 3 (relação C/N 30) e o tratamento 4 (relação C/N 25), sendo que o tratamento 4 teve uma evolução mais tardia de elevação da temperatura. Em contraste, o tratamento 1 (relação C/N 40) não teve um alcance de temperatura adequado para o processo, mantendo a mesma abaixo de 40°C em quase todo o período de execução do trabalho.

Em pauta do pH, durante o processo, o mesmo mostrou diferença em relação aos tratamentos com adição de sulfato de amônio, sendo que quanto maior a quantidade do fertilizante inserida maior a redução do pH durante os 45 dias o que ajuda diretamente na decomposição do resíduo.

Ao final do processo, em comparação com a literatura, o composto deve-se manter com pH acima de 6,5. O pH de todos os compostos obtidos estão dentro das faixas consideradas adequadas, exceto o pH do tratamento 4 (C/N 25) que ficou ligeiramente ácido.

Após os 45 dias das montagens das leiras o tratamento com a relação C/N 30:1 (tratamento 3) foi o que apresentou maior redução do volume da leira, conseqüente obteve a maior decomposição, seguindo do tratamento 4 (relação C/N 25), tratamento 2 (relação C/N 35) e tratamento 1 (relação C/N 40).

Através das análises do peneiramento, após os 45 dias da montagem das leiras, foi possível identificar que os tratamentos com adição de sulfato de amônio apresentaram resultados semelhantes e superiores ao do tratamento 1 (relação C/N 40). As análises de densidade seca de todos os tratamentos se enquadra dentro dos padrões esperados na literatura.

Sendo assim, o trabalho mostra que a adição de sulfato de amônio gera efeitos positivos para a aceleração da decomposição de resíduos de poda urbana, facilitando assim o processo de compostagem e diminuindo os impactos ambientais provenientes da destinação inadequadas desses resíduos.

6. REPERERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARIGUCHI BB, GALBIATTI JA, ROSA ART, GOMES FS, TEIXEIRA RF. Compost of garbage and tree pruning used as substrates for production of irrigated wild poinsettia seedling. Afr J Agric Res. 10: 596-603, 2015.

BARBARA, BAROFALDI & JOAO, ANTONIO & ALINE, ROMBEGA & FLAVIA, GOMES & FARIA, ROGERIO. Composto de lixo e podas de árvores utilizados como substratos para produção de mudas de poinsetias silvestres irrigadas. Jornal Africano de Pesquisa Agrícola. 10. 596-603. 10.5897/AJAR2014.8490, 2015.

Butler TJ, Likens GE, Stunder BJ. 2001. Impactos em escala regional da Fase I das Emendas da Lei do Ar Limpo nos EUA: A relação entre emissões e concentrações, tanto úmidas quanto secas. Ambiente Atmosférico 35: 1015–1028.

CECCHETTO, Carise Taciane ; CHRISTMANN, Samara Simon ; OLIVEIRA, Tarcísio Dorn . ARBORIZAÇÃO URBANA: IMPORTÂNCIA E BENEFÍCIOS NO PLANEJAMENTO AMBIENTAL DAS CIDADES, 2009.

DUTRA, D. E, MENEZES, C.S.R, PRIMO, C.D. Adições de nutrientes na compostagem de podas de árvores na região semiárida do NE do Brasil, Revista Scientia Plena.v.11 n.7 p.1- 10. 2013.

DUTRA, D. E, MENEZES, C.S.R, PRIMO, C.D. Aproveitamento de biomassa residual agrícola para produção de compostos orgânicos, Revista Brasileira de Ciências Agrárias.v.7, n.3, p.465-472. 2012

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília, 1999. 412p. il. (EMBRAPA/CNPS-RJ. Documentos, 5).

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manual de Análises Químicas de Solos, Plantas e Fertilizantes. Brasília, p. 627, 2009.

GREGOLIN, Jean Carlos. ACELERAÇÃO DA COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS DE PODA URBANA COM ADIÇÃO DE DEJETOS DE ANIMAIS. 2022. 41f. Trabalho de conclusão de curso de graduação (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2022

INÁCIO, T.C.; MILLER, M.R.P.; Compostagem ciência e prática para a gestão de resíduos orgânicos. Embrapa Solos, Universidade Federal de Santa Catarina. Rio de Janeiro. p.15-54. 2009. JUNHO, A.P.; ROMERO, M. de A

KIEHL, E. J. Manual de compostagem: maturação e qualidade do composto. 3ª Edição. Piracicaba, p. 171, 2002.

LIMA, M. J. H; OLIVEIRA, S. N. E.; CAJAZEIRAS, P. J. Uso da compostagem em sistemas agrícolas orgânicos. Embrapa Agroindústria Tropical. Fortaleza CE. 2004.

MAGALHÃES, M.A; MATOS, A.T; DENICULI, W; TINOCO, I. E. F. Compostagem de bagaço de cana de açúcar triturado utilizado como material filtrante de águas residuárias da suinocultura. Revista Brasileira Agrícola e Ambiental, v.10, n.2, p.466-471, 2011.

MENDONÇA, V. M. M. Alternativas para produção de mudas florestais utilizando resíduo da poda urbana e filmes biodegradáveis. 2019. 120 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais). Instituto de Florestas. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2019.

NEWMANN, A. L.; SNAPP, R. R. Beef cattle. 7. ed. New York: John Willey, 1977. 883 p.

Oldfield CJ, Meng J, Yang JY, Yang MQ, Uversky VN, Dunker AK (2013)

OLIVEIRA, E.C.A.; SARTORI, R.H.; GARCEZ, T.B. Compostagem. 2005. Disponível em: Acesso em: 5 out. 2014

OLIVEIRA, A. C. E.; SARTORI, H. R.; GARCEZ, B. T. Compostagem, Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Programa de Pós Graduação em Solos e Nutrição de Plantas. Piracicaba- SP. 2008.

PEREIRA-NETO, T. J. Manual de compostagem, processo de baixo custo, Editora UFV, Universidade de Viçosa Minas Gerais. Segunda edição, 2010.

REIS, M. F. P.; REICHERT, G. A.; BRITTO, M. J. S. 2000. Segregação na origem: uma solução para a qualificação do composto produzido em unidade de triagem e compostagem de resíduos sólidos. In: Congresso Interamericano de Ingenieria Sanitaria y Ambiental. Porto Alegre. V. 27. Anais. Rio de Janeiro: ABES, p.223-224.

REIS, Mariza F. P.; SELBACH, Pedro A.; BIDONE, Francisco R. A..2003. Apostila do Curso Compostagem: Aspectos Teóricos e Operacionais. ABES/RS, Porto Alegre, p. 55.

REZENDE, F.A. Aceleração do processo de compostagem de resíduos sólidos: avaliação de fertilizante obtido em uma usina de compostagem no litoral norte da Bahia. 2005. Dissertação (Mestrado em Geoquímica e Meio Ambiente) -Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2005.

Roberto Malheiros (*), Agostinho Carneiro Campos, Daniela Gislane de Oliveira, Harley Anderson de Souza. *Professor Adjunto I da Pontifícia Universidade Católica de Goiás; Mestre em Geografia IESA/UFG

Said-Pullicino, D., Erriquens, F.G. and Gigliotti, G. (2007) Changes in the Chemical Characteristics of Water-Extractable Organic Matter during Composting and Their Influence on Compost Stability and Maturity. *Bioresource Technology*, 98, 1822-1831.

BRASIL. INEA (instituto estadual de meio ambiente) do Rio de Janeiro;

SILVA, Alice. Avaliação do processo de compostagem com diferentes proporções de resíduos de limpeza urbana e restos de alimentos. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Energéticas e Nucleares. 48 f. : il., tabs. Fevereiro 2016.

SILVA, M. N. da. População de plantas e adubação de nitrogenada em algodoeiro herbáceo irrigado. 2001. 52 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

Takahashi LK, Turner JG, Kalin NH. Prenatal stress alters brain catecholaminergic activity and potentiates stress-induced behavior in adult rats. *Brain Res.* 1992 Mar 6;574(1-2):131-7.

VILLARINHO, F. M.; MACEDO, R. L. G.; TOMIAZZI, A. B. Avaliação da opinião pública sobre a arborização do bairro de Jacarepaguá - Freguesia, Município do Rio de Janeiro, RJ. In: Congresso Brasileiro de Arborização Urbana, 2005. Belo Horizonte. Anais. Belo Horizonte, MG, 2005. p. 85-91.

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.

XANXERÊ. Secretaria de Políticas Ambientais. Manual da Arborização Urbana de Xanxerê. Xanxerê: Secretaria Municipal, 2009. 20 p.

XAVIER, D. F.; CARVALHO, M. M.; BOTREL, M. A. Resposta de *Cratylia argentea* à aplicação em um solo ácido. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 27, n. 01, p. 14-18, 1997.