

**INSTITUTO FEDERAL**  
**GOIANO**  
Câmpus Rio Verde

**BACHARELADO EM ENGENHARIA AMBIENTAL**

**DISPONIBILIDADE DE MACRO E MICRONUTRIENTES**  
**DURANTE O PROCESSO DE COMPOSTAGEM DE**  
**RESÍDUOS ORGÂNICOS**

**LÍVIA JACIELLY CALDAS DA SILVA**

**Rio Verde, GO**

**2019**

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
GOIANO – CÂMPUS RIO VERDE  
BACHARELADO EM ENGENHARIA AMBIENTAL**

**DISPONIBILIDADE DE MACRO E MICRONUTRIENTES DURANTE O  
PROCESSO DE COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS ORGÂNICOS**

**LÍVIA JACIELLY CALDAS DA SILVA**

Trabalho de Curso apresentado ao Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, como requisito parcial para a obtenção de grau de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Marconi batista Teixeira  
Co-orientador: Prof. Dr. Wilker Alves Moraes

Rio Verde - GO

Agosto, 2019

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP  
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

SS1586 Silva, Livia  
d           DISPONIBILIDADE DE MACRO E MICRONUTRIENTES  
          DURANTE O PROCESSO DE COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS  
          ORGÂNICOS / Livia Silva; orientador Marconi Teixeira;  
          co-orientador Wilker Moraes. -- Rio Verde, 2019.  
          35 p.

          Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental) --  
          Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, 2019.

          1. Análises químicas. 2. Pó de rocha. 3.  
          microorganismos solubilizadores. I. Teixeira,  
          Marconi, orient. II. Moraes, Wilker, co-orient. III.  
          Título.

Responsável: Johnathan Pereira Alves Diniz - Bibliotecário-Documentalista CRB-1 n°2376

**TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO**

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/99, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

**Identificação da Produção Técnico-Científica**

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese  | <input type="checkbox"/> Artigo Científico              |
| <input type="checkbox"/> Dissertação                                 | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro              |
| <input type="checkbox"/> Monografia - Especialização                 | <input type="checkbox"/> Livro                          |
| <input checked="" type="checkbox"/> TCC - Graduação                  | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ |   |

Nome Completo do Autor: Lívia Jacielly Caldas da Silva

Matrícula: 2014102200740312

Título do Trabalho: Disponibilidade de macro e micronutrientes durante o processo de compostagem de resíduos orgânicos

**Restrições de Acesso ao Documento**

Documento confidencial:  Não  Sim, justifique: \_\_\_\_\_

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIIF Goiano: 19/08/2019

O documento está sujeito a registro de patente?  Sim  Não

O documento pode vir a ser publicado como livro?  Sim  Não

**DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA**

O/A referido/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Rio Verde, 07/08/2019  
Local Data



Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Deite e de acordo:

  
Assinatura do(a) orientador(a)

## ATA DE DEFESA DO TRABALHO DE CURSO (TC)

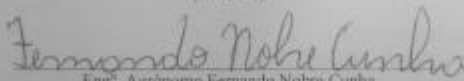
ANO	SEMESTRE
2019	2

No dia 06 do mês de agosto de 2019 às 08h00min, reuniu-se a banca examinadora composta pelos docentes, Wilker Alves Morais e Marconi Batista Teixeira e pelo Eng<sup>o</sup> Agrônomo Fernando Nobre Cunha, para examinar o Trabalho de Curso intitulado: Disponibilidade de macro e micronutrientes durante o processo de compostagem de resíduos orgânicos, da acadêmica Livia Jacielly Caldas da Silva. Matrícula n<sup>o</sup> 2014102200740312 do curso de Engenharia Ambiental do IF Goiano - Campus Rio Verde. Após a apresentação oral do TC, houve arguição da candidata pelos membros da banca examinadora. Após tal etapa, a banca examinadora decidiu pela aprovação da acadêmica. Ao final da sessão pública de defesa foi lavrada a presente ata, que segue datada e assinada pelos examinadores.

Rio Verde, 06 de agosto de 2019.

  
Prof. Dr. Marconi Batista Teixeira  
(Orientador)

  
Prof. Dr. Wilker Alves Morais  
(Membro)

  
Eng. Agrônomo Fernando Nobre Cunha  
(Membro)

**Observação:**

( ) O(a) acadêmico(a) não compareceu à defesa do TC.

## **DEDICATÓRIA**

**"O valor das coisas não está no tempo em que elas duram, mas na intensidade com que acontecem. Por isso existem momentos inesquecíveis, coisas inexplicáveis e pessoas incomparáveis". (Fernando Pessoa)**

**Dedico este trabalho a minha família querida**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades.

Ao meu pai José Anibal e minhas mães Clarice Caldas e Eunice Caldas, que me proporcionaram uma educação maravilhosa, regada de amor, carinho e apoio incondicional.

A minhas irmãs Jainara Caldas, Maiara Caldas, Micaeli Caldas e Quetila Caldas que estiveram ao meu lado em todos os momentos.

Agradeço a Deus por ter me dado tantos amigos em Rio Verde, que me fizeram sentir que não estou sozinha. Em especial, agradeço a Glaucia Giovanna por estar comigo em todos os momentos de felicidade e de desespero da faculdade.

A todos meus amigos que não me deixaram desanimar e tornaram essa caminhada longe da minha família mais alegre e tranquila, estiveram comigo na graduação, nos projetos acadêmicos e de vida. Principalmente: Amanda Carvalho, Alana Martins, Alex Douglas, Ana Lidia Moura, Brenda Lorrana, Brunna Souza, Caio Moreira, Clever Junior, Denner Costa, Elen Stephane, Glaucia Giovanna, Isabela Pelosi, Isabele Guimarães, João Paulo Lopes, João Vitor Morais, Laura Maria, Larissa Saeki, Leodina Moura, Mariana Gouveia, Moara Mariely, Murilo Mendes, Naimy Alves, Nathan Rici, Norton Macedo, Pablio Ribeiro, Stella Castro, Vinicius Carvalho.

A banca examinadora pela disponibilidade e contribuição.

Aos meus professores, em especial ao Prof. Wilker Morais. Obrigada por toda sua paciência e atenção, por ajudar a passar por todos obstáculos que apareceram durante a realização desse projeto.

E ao meu orientador “o pai de todos” Marconi Batista, por me ajudar durante todos os meus anos na faculdade, sua paciência e bondade ajuda todos nós alunos, a nos tornamos ótimos profissionais e pessoas melhores.

## RESUMO

SILVA. Livia Jacielly Caldas da **Disponibilidade de macro e micronutrientes durante o processo de compostagem de resíduos orgânicos**. 2019. 32p Monografia (Curso Bacharelado em Engenharia Ambiental). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – *campus* Rio Verde, Rio Verde, GO, 2019.

Os resíduos orgânicos são de extrema importância na recuperação de áreas degradadas devido sua capacidade de melhoria química e física dos solos. Este trabalho teve como objetivo avaliar a disponibilidade dos elementos minerais em composto orgânico aos 30, 60 e 90 dias de compostagem quando comparados com o composto inicial. Os materiais utilizados para o processo de compostagem foram o esterco bovino, poda de grama, pó de rocha e bactérias solubilizadoras de fósforo o que foram homogeneizados na proporção de 9:3:1, sendo respectivamente, com objetivo de se obter uma relação carbono/nitrogênio (C/N) próximo a 30:1, buscando a compostagem ideal. A composteira utilizada foi desenvolvida pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). As variáveis analisadas foram potencial hidrogeniônico (pH) e as análises minerais dos macros (nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre) e micronutrientes (ferro, manganês, cobre, zinco e boro). Tanto o pH quanto as análises minerais foram realizadas em quatro épocas, aos 0, 30, 60 e 90 dias após o material ser inserido na composteira. Todos os micronutrientes e os macronutrientes nitrogênio, fósforo, potássio, magnésio e enxofre obtiveram comportamento semelhantes. Houve uma queda aos 30 dias quando comparado com a avaliação inicial zero (0), e aos 60 e 90 dias após o material ser inserido na composteira, os elementos minerais obteve-se disponibilidade crescente em relação a avaliação inicial. O macronutriente cálcio obteve-se um comportamento decrescente linear aos 30, 60 e 90 dias após a inserção do material na composteira, quando comparado com a avaliação inicial do composto.

**Palavras-chave:** análises químicas, pó de rocha, microrganismo solubilizadores



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Adição das bactérias na mistura dos resíduos.....	18
<b>Figura 2.</b> Composto sendo inserido na composteira.....	18
<b>Figura 3.</b> Composteira desenvolvida pela EMBRAPA com detalhes dos orifícios utilizados para aferir temperatura e umidade .....	19
<b>Figura 4.</b> Elemento de saída de gás e injeção de chorume localizados na tampa da composteira.....	19
<b>Figura 5.</b> Detalhe da saída de gás e chorume .....	20
<b>Figura 6.</b> Método para aferir a umidade do composto.....	20
<b>Figura 7.</b> Disponibilidade dos macronutrientes nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre durante o processo de compostagem em quatro avaliações (AV).....	22
<b>Figura 8.</b> Disponibilidade dos micronutrientes ferro, manganês, cobre, zinco e boro durante o processo de compostagem em quatro avaliações (AV).....	25

## LISTA DE ABREVIACOES E SÍMBOLOS

AV	Avaliação
B	Boro
Ca	Cálcio
Cu	Cobre
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Fe	Ferro
K	Potássio
Mg	Magnésio
Mn	Manganês
N	Nitrogênio
P	Fósforo
S	Enxofre
Zn	Zinco

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>12</b>
<b>2.1 Compostagem.....</b>	<b>12</b>
2.1.1 Esterco bovino .....	14
2.1.2 Pó de rocha.....	14
2.1.3 Microrganismos solubilizadores .....	15
2.1.4 Poda de grama .....	16
<b>2.2 Adubação orgânica .....</b>	<b>16</b>
<b>2.3 Recuperação de áreas degradadas .....</b>	<b>17</b>
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>17</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>21</b>
4.1 Macronutrientes.....	21
4.2 Micronutrientes.....	24
<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	<b>26</b>
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>27</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A região do sudoeste de Goiás é caracterizada por grande atividade agrícola, pecuária e agroindústrias. Tais atividades geram grandes quantidades de resíduos. Os resíduos se não destinados adequadamente, podem causar contaminações no meio ambiente e como consequência prejudicar a qualidade de vida da sociedade (MUCELIN e BELLINI, 2008).

Em dados apresentados pelo IBGE (2014), os complexos bovinos, soja e milho são responsáveis pelo uso e ocupação de aproximadamente 94% dos solos goianos, estabelecendo assim uma situação de competição por terras agricultáveis e por recursos naturais. A atividade de bovinocultura é a mais expressiva em termos de uso e ocupação do solo no Estado de Goiás, ocupando cerca de 75% da área rural (ABDALA et al., 2016), gerando grandes quantidades de resíduos na forma de esterco bovino.

Outros resíduos são gerados com o surgimento de várias indústrias de grande porte, dentre elas as de abate de suínos e aves. As granjas que abastecem tais indústrias geram grandes quantidades de dejetos de suíno e cama de aviário. Outros resíduos são gerados nas próprias indústrias, devido suas atividades. No processo industrial, são gerados efluentes que são destinados a estação de tratamento. Em estações de tratamento de efluentes, nas etapas de aeração e decantação, a fase sólida do efluente é separada da fase líquida pelos métodos de adensamento e flotação. A fase sólida é conhecida como lodo de esgoto (VON SPERLING, 2014).

Para todos resíduos orgânicos, deve-se considerar a disponibilidade de área, tipo de solo, distância de mananciais e dose de aplicação como possibilidade de dispor esse resíduo diretamente no solo. Como medida preliminar a essa disposição, todo resíduo deve passar por um tratamento prévio de compostagem para atingir a maturação antes de ser incorporado ao solo para não haver danos as forrageiras por fitotoxicidade (INÁCIO e MILLER, 2009).

Em áreas degradadas, os solos possuem deficiência em seus atributos físico-químicos devido aos processos erosivos causados pelo mau manejo do solo em atividades agropecuárias e por processos do intemperismo natural, o que dificulta o plantio de forrageiras como método de recuperação dessas áreas em processo de degradação. A inserção da matéria orgânica auxilia nos processos de recuperação de áreas, atuando como condicionador de solos (NOVAIS et al., 2007; VAN LIER, 2010).

Os principais benefícios da matéria orgânica para a fertilidade do solo são o fornecimento de nutrientes para as culturas, aumento da capacidade de troca de cátions do

solo, aumento da superfície específica do solo, aumento da disponibilidade de nutrientes para as culturas, complexação de substâncias tóxicas (NOVAIS et al., 2007).

Na parte física do solo os principais benefícios são a melhoria da estrutura, densidade, porosidade, capacidade de retenção e infiltração de água no solo. Quanto a biótica do solo, o uso de matéria orgânica atua como uma fonte de alimento para microrganismos decompositores, responsáveis pela decomposição e mineralização da matéria orgânica no solo, além de proporcionar o aumento de insetos, fungos bactérias e outros organismos (ALCÂNTARA e MADEIRA, 2012; VAN LIER, 2010).

A erosão é o principal fator causador das deficiências físicas e químicas dos solos (NOVAIS, 2007). A erosão é o processo de deslocamento de partículas sólidas da superfície do solo ou das paredes dos leitos de córregos e rios sob ação de escoamento. A erosão acelerada do solo é uma das preocupações do mundo atual e, geralmente, é considerada como uma das principais causas da degradação do solo (PRASANNAKUMAR et al., 2011).

Além de degradar o solo, a erosão pode prejudicar a vida útil de cursos de água através do assoreamento, arraste de compostos tóxicos para água, bem como contribuir para a eutrofização dos corpos d'água. Todos estes fatores prejudicam a qualidade da vida humana (RABELO et al., 2009).

Nesse sentido, este trabalho teve como objetivo avaliar a disponibilidade dos elementos minerais em composto orgânico aos 30, 60 e 90 dias de compostagem quando comparados com o composto inicial.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Compostagem**

A forma mais eficiente de reciclagem dos resíduos sólidos orgânicos é por intermédio de processos de compostagem (PEREIRA NETO, 2014). Estes processos tem por finalidade, obter mais rapidamente e em condições desejadas a estabilização da matéria orgânica. O mesmo minimiza os impactos causados pela grande geração de resíduos, e gera o aproveitamento dos elementos químicos nutricionais neles existentes. A compostagem consiste em um processo biológico, aeróbio e controlado, que provém da atividade decompositora de diversas espécies de microrganismos degradadores que agem sobre as moléculas da matéria-prima (resíduos) e as transformam em um material de interesse, o

composto orgânico. Produto que é ótimo condicionador de características químicas, físicas e biológicas do solo (PEREIRA NETO, 2014).

Em 1996, a NBR 13.591 já conceituava a compostagem como tratamento dos resíduos sólidos orgânicos, citando:

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, p. 2).

Dentre os principais fatores que influenciam no processo de compostagem, têm-se a temperatura, umidade, aeração, relação carbono/nitrogênio, potencial hidrogeniônico (pH), granulometria e homogeneização (PRÁ, 2009).

Comparada a compostagem convencional em leiras, a compostagem em biorreatores é um sistema que necessita de maior capital, maiores custos de operação e manutenção dos equipamentos. Contudo, há menor uso de mão-de-obra, menor necessidade de área e maior controle da qualidade do resíduo, tornando o sistema atrativo ao uso (INÁCIO e MILLER, 2009).

Além dos benefícios socioeconômicos e ambientais da utilização da compostagem, esta é uma prática que atende a legislação brasileira. A definição de resíduos sólidos encontra-se na Norma Brasileira (NBR) 10.004/04, onde define como:

Resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível (ABNT, 2004, p.1).

Em 2010, quando foi sancionada a Lei 12.305, que instituiu a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS) no país, a definição é ratificada no Art. 3º, em seu Inciso XVI. Uma das diretrizes fundamentais estabelecidas por esta lei foi à ordem de prioridade para a gestão dos resíduos sólidos, que passou a seguir a seguinte sequência: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (BRASIL, 2010). No âmbito rural, o tratamento inclui a destinação final dos resíduos

oriundos da produção animal, que são, um passivo ao meio ambiente, mas, ao mesmo tempo, detêm de grande valor nutritivo para as plantas.

### **2.1.1 Esterco bovino**

O esterco bovino pode ser definido como um misto de fezes, urina e camas, podendo conter, em sua composição, folhas secas, serragem, palha ou até mesmo solo. E por isso sua composição é variável, sendo influenciada por fatores como a espécie animal, a raça, a idade, a alimentação, o material utilizado como cama, o tratamento dado ao esterco, etc.

Portanto, o esterco bovino é um bom substrato para a geração de composto orgânico, por conter carboidratos, proteínas, gorduras e possuir microrganismos necessários para dar a partida no processo (JUNQUEIRA, 2011).

A aplicação de resíduos orgânicos no solo, como o esterco bovino, altera o comportamento dos microrganismos do solo, podendo estimular ou inibir a sua atividade (ZATORRE, 2008). Então, o esterco é a fonte de matéria orgânica mais lembrada quando se fala em adubos orgânicos, pois são bons fornecedores de nutrientes, tendo o fósforo, nitrogênio e o potássio disponíveis (Souza, 2013).

O uso do esterco bovino na fertilização do solo pode proporcionar regularização na disponibilidade dos nutrientes e favorecer maior produtividade das culturas, além de ser amplamente utilizado em propriedades agrícolas familiares (MELO et al., 2011; SILVA et al., 2012).

Os fertilizantes orgânicos, tais como esterco e biofertilizante bovino, têm sido utilizados em diversos cultivos por proporcionar aumento na produtividade de culturas como inhame (*Dioscorea cayennensis* Ham.) (SILVA et al., 2012), batata-doce (*Ipomoea batatas*) (LEONARDO et al., 2014), maxixe (*Cucumis anguria* L.) (OLIVEIRA et al., 2014), algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* L. R. latifolium H.) (PEREIRA et al., 2012), alface (*Lactuca sativa*) (PEIXOTO FILHO et al., 2013) e batata (*Solanum tuberosum*) (BORCHARTT et al., 2011).

### **2.1.2 Pó de rocha**

O pó de rocha é produzido através da moagem de rochas magmáticas e tem a capacidade de alterar positivamente a fertilidade dos solos sem afetar o equilíbrio do ambiente, além de reduzir o custo de produção das culturas pelo uso de adubos minerais.

Esta técnica é tida como um processo alternativo ou complementar de fertilização e tem sido indicada especialmente para a agricultura familiar em várias regiões do Brasil (PEREIRA FILHO et al., 2015). A eficácia do pó de rocha como fonte de nutrientes para o solo é questionada devido à baixa solubilidade e à necessidade da aplicação de grandes quantidades para se alcançar respostas positivas (BOLLAND & BAKER, 2000).

Dados apontam que ao utilizar um determinado pó de rocha, a disponibilidade de alguns elementos estará sendo favorecida em relação a outros. Além disso, estas disponibilizações de elementos foram também afetadas pelos processos biogeoquímicos. (CARVALHO, 2012).

O pó de rocha se constitui em fonte de nutrientes para as plantas cultivadas durante longos períodos, pois promove o aumento da capacidade de troca catiônica dos solos, uma vez que novos minerais de argila são formados durante o processo de alteração da rocha (MELAMED et al., 2007).

Esse modelo é uma alternativa economicamente viável devido ao baixo custo do processo de beneficiamento. Além disso, proporciona a liberação lenta do nutriente de interesse, diminuindo as perdas por lixiviação e favorecendo o processo em longo prazo. Em alguns casos, as rochas podem também apresentar efeitos alcalinizantes, atuando como condicionadores de solo (LOPES-ASSAD et al., 2006; SILVA et al., 2012).

### **2.1.3 Microrganismos solubilizadores**

Os microrganismos têm grande influência no aumento da disponibilidade de nutrientes para as plantas, por meio de mecanismos que afetam a estrutura, química, a bioquímica e a fisiologia do ambiente radicular e da planta em sua totalidade (TRINDADE, 2010; CARVALHO; HUNGRIA, 2010).

Os microrganismos solubilizadores na maioria das vezes, são também do tipo “multifuncional”, possuindo a capacidade de produzir enzimas, hormônios e substâncias que favorecem o desenvolvimento e proteção das plantas (BASHAN et al., 2013), agindo como promotores de crescimento das plantas.

O uso dos microrganismos solubilizadores se mostra como uma alternativa promissora, sendo um método para obtenção do elemento mais econômico e ambientalmente sustentável, além de serem mais seletivos. (MENDES et al, 2014). Portanto o uso de microrganismos adicionados na leira de compostagem auxilia na solubilização do concentrado apatítico, tornando o P mais prontamente disponível às plantas.



#### **2.1.4 Poda de grama**

As podas de grama são matéria orgânica muito ricas em nutrientes. Na compostagem são excelentes isolantes térmicos. Segundo BORGES (2009), a poda de grama é um dos materiais mais usados na compostagem.

A grama quando misturada com esterco ou restos de alimentos, ela vira um novo composto que fortalece raízes, flores e frutos, trazendo um aumento na produtividade. O substrato orgânico funciona como um tipo de terra vegetal e traz vantagens em relação a outros compostos.

#### **2.2 Adubação orgânica**

A adubação de culturas vegetais pode acontecer de duas formas, através do uso de fertilizantes químicos e ou orgânicos. Os fertilizantes orgânicos ou adubação orgânica são resíduos agrícolas derivados de matérias primas industrial, urbana ou rural, vegetal ou animal. Assim, a adubação consiste em um procedimento agrícola que tem o objetivo de suprir a necessidade de nutrientes para a planta quando o solo não consegue proporcionar, melhorando as características, químicas, físicas e biológicas do solo (CAMARGO, 2012).

Além disso, a adubação orgânica traz inúmeros benefícios à saúde, permite também que os alimentos cultivados se tornem bem mais resistentes às pragas e, conseqüentemente, contribuem para safras bem mais abundantes (ANDRADE et al., 2017).

Segundo Pandey et al. (2016), pode se ter efeito positivo da adubação orgânica na produtividade, na qualidade nutricional e na atividade antioxidante da planta. Rosal et al. (2011), que verificou aumento da produção de biomassa de plantas, em estudo com fontes de adubos orgânicos.

A produção de adubo orgânico para o semiárido brasileiro já é, segundo Furtado et al. (2014), uma das tecnologias para o desenvolvimento sustentável.

Para uma agricultura sustentável é necessário conscientizar todos os envolvidos sobre as práticas agrícolas menos prejudiciais ao ambiente, como a adubação orgânica, para a conservação do ambiente, além de oferecer meios e métodos para alcançar o desenvolvimento sustentável no campo (PERNA, 2014).

A adubação orgânica é uma alternativa viável de acordo com a pesquisa de Sediya et al. (2016) cujos benefícios foram de grande potencial, e além disso contribui na redução

dos impactos negativos gerados pelo descarte indevido de resíduos orgânicos no meio ambiente.

### **2.3 Recuperação de áreas degradadas**

A degradação dos solos no mundo é muito alta e pode trazer consequências desastrosas nas próximas décadas para milhões de pessoas, por estes e por outros motivos deve-se recuperar áreas antes degradadas.

As técnicas atualmente disponíveis para compostagem demonstram que se a questão for tratada de forma adequada, acompanhada e operada por profissionais qualificados, permite transformar um grave problema em uma atividade socioeconômica importante, contribuindo inclusive na geração de trabalho e renda, recuperação de áreas degradadas e na preservação e conservação dos recursos naturais (SILVA, 2012).

Assim, a compostagem é uma estratégia para a recuperação de áreas degradadas, pois traz uma grande carga de nutrientes através dos resíduos orgânicos, oriundos da gestão de resíduos sólidos. Estes resíduos sólidos se transformam e beneficiam o solo em sua estrutura física, com nutrientes, e importantes organismos edáficos, criando assim uma cadeia e teia alimentar (TRIVELLA,2016).

## **3 MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi realizado no Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde, no Sudoeste de Goiás.

Os materiais utilizados para o processo de compostagem foram o esterco bovino, poda de grama, pó de rocha e bactérias solubilizadoras de fósforo.

A proporção da mistura utilizada foi de 9:3:1, sendo respectivamente, poda de grama, esterco bovino e pó de rocha, com objetivo de se obter uma relação carbono/nitrogênio (C/N) próximo a 30:1, buscando a compostagem ideal como descrito por (INÁCIO & MILLER, 2009).

A homogeneização do esterco bovino, poda de grama e o pó de rocha foi conseguida com o auxílio de uma betoneira (Figura 1). Durante o processo de homogeneização foi inserido a solução com microrganismos solubilizadores com o auxílio de um borrifador spray

(Figura 1). Foi utilizada a quantidade de dois (2) litros para um volume de três (30) metros cúbicos de composto orgânico homogeneizado.



**Figura 1.** Adição das bactérias na mistura dos resíduos

Depois de homogeneizado o composto orgânico formado foi inserido na composteira (Figura 2) desenvolvida pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) em sua unidade de pesquisa em solos (Figura 3).



**Figura 2.** Composto sendo inserido na composteira



**Figura 3.** Composteira desenvolvida pela EMBRAPA com detalhes dos orifícios utilizados para aferir temperatura e umidade

A composteira possui um suporte (Figura 3) e sua tampa possui um sistema de vedação e é composta por saídas de gás e inserção do chorume gerado (Figura 4).



**Figura 4.** Elemento de saída de gás e injeção de chorume localizados na tampa da composteira

Na parte inferior da composteira está localizado o orifício onde é realizado a aeração com o auxílio de um compressor de ar (Figura 5). Ainda na parte inferior, existe um dreno por onde é realizado a drenagem do chorume. Este chorume é coletado por um recipiente e é utilizado para reumedecer o composto orgânico durante o processo de compostagem.



**Figura 5.** Detalhe da saída de gás e chorume

Durante o processo de compostagem foi aferida a temperatura com objetivo de acompanhar o bom andamento do experimento. A temperatura foi aferida com o auxílio do Termômetro Digital TM-902C.

Com objetivo de aferir a umidade, para manter entre 40 e 60% (INÁCIO & MILLER, 2009), utilizou-se o aparelho 10 HS da Decagon Devices.

O método indireto foi calibrado com um teste inicial do método direto. Foi realizada a aferição da umidade inicial da mistura onde pesou-se 3 anéis (para obter a média) (Figura 6) do composto orgânico antes e depois de secar em estufa por 48 horas ou até peso constante a 40C°.



**Figura 6.** Método para aferir a umidade do composto

Onde a umidade com base em massa pode ser expressa de acordo com a equação 1:

$$u = \frac{m_a}{m_s} * 100 (\%)$$

Em que:

**u:** umidade dos resíduos (%);

**m<sub>a</sub>:** massa de água presente na amostra (g);

**m<sub>s</sub>:** massa do sólido seco (g).

Às análises minerais dos macros (nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre) e micronutrientes (ferro, manganês, cobre, zinco e boro) foram realizadas conforme Silva et al. (2009).

As análises minerais foram realizadas em quatro épocas, aos 0, 30, 60 e 90 dias após o material ser inserido na composteira.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 Macronutrientes**

Os macronutrientes nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), magnésio (Mg) e enxofre (S) obtiveram comportamento semelhantes (Figura 7). Houve uma queda aos 30 dias quando comparado com a avaliação inicial zero (0).

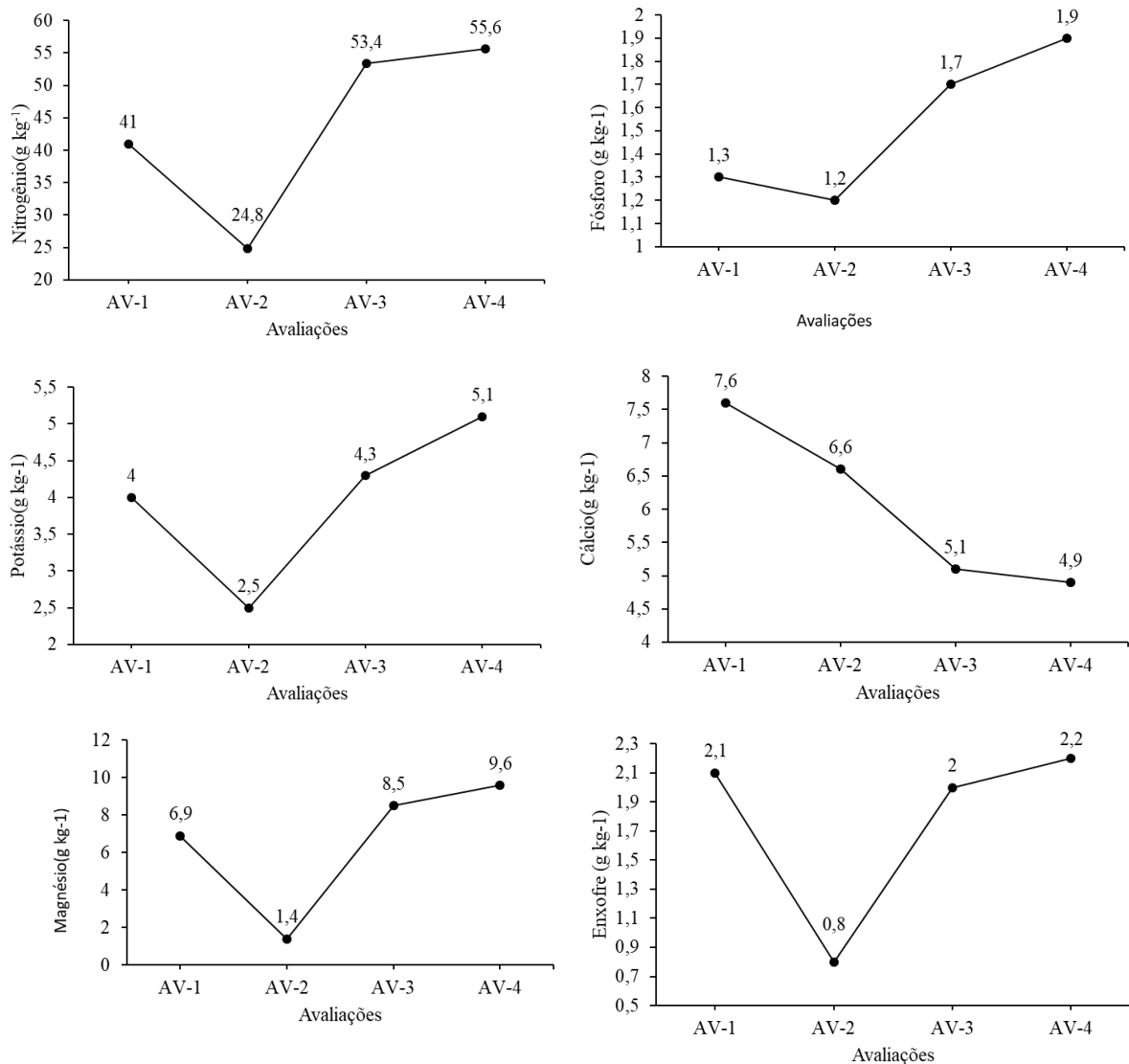
Aos 60 dias após o material ser inserido na composteira, os elementos P e S, aproximadamente, retornaram ao valor inicial. E os elementos N, K e Mg obteve-se maior disponibilidade em relação a avaliação inicial.

E 90 dias após o material ser inserido na composteira, os elementos minerais N, P, K e Mg obteve-se disponibilidade crescente em relação a avaliação inicial. E o elemento S obteve uma estabilidade.

O elemento cálcio (Ca) obteve-se um comportamento decrescente linear aos 30, 60 e 90 dias após a inserção do material na composteira, quando comparado com a avaliação inicial do composto (Figura 7).

O N é um elemento essencial ao metabolismo das plantas e sua deficiência é uma das limitações mais comuns para o desenvolvimento vegetal (PALLARDYS, 2008).

O N absorvido pelas plantas é transformado a uma série de outros aminoácidos, proteínas, ácidos nucléicos, coenzimas, vitaminas, clorofilas, hormônios e um grupo razoável de enzimas. A disponibilidade de N-solúvel para a assimilação pelas plantas é determinante para o bom desenvolvimento vegetal (FOWLER et al. 2013; DUBEY et al. 2016) e está diretamente relacionada à alta produtividade, o que envolve benefícios diretos à saúde pública tanto para a produção de alimentos quanto pelas consequências sobre os ecossistemas quando alterada (ERISMAN et al. 2013).



**Figura 7.** Disponibilidade dos macronutrientes nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre durante o processo de compostagem em quatro avaliações (AV)

O P é indispensável para crescimento e produção vegetal, pois interfere em diversos processos do desenvolvimento das plantas, entre eles fotossíntese e respiração, ele é pouco solúvel e não fica muito disponível para as plantas. Segundo (NOVAIS et al., 2007), para se saber a característica que define o solo como fonte ou dreno de P, deve se analisar a fração da argila e sua qualidade em particular, pois em um solo muito intemperizado, dada sua mineralogia, o aumento de seu teor de argila fará com que haja aumento preferencial de seu caráter-dreno, enquanto num pouco intemperizado haverá, como consequência, aumento preferencial de seu caráter-fonte em relação ao P.

Segundo afirmam Brady; Weil (2013), o conteúdo de fósforo total dos solos é relativamente baixo e a maioria dos compostos de fósforo do solo está indisponível para absorção pelas plantas por estarem insolúveis. Contudo, a presença de microrganismos e

plantas pode mobilizar o fósforo, facilitando o seu acesso pelas plantas e assim melhorar a fertilidade do sistema.

O potássio (K) é um dos elementos presentes nas rochas, nos minerais, e no solo; É fundamental para o desenvolvimento das plantas, pois tem a função de regular a pressão osmótica do tecido vegetal e na formação de frutos (RAMIRO,2018).

O K participa dos processos fotossintético, síntese de proteínas, ativação enzimática, acúmulo de carboidratos, transporte de açúcares, manutenção do potencial osmótico e estabilidade das células (HAWKESFORD et al., 2012).

O K é um nutriente chave para aumentar a produtividade das culturas hortícolas e seu conteúdo em vegetais tem uma relação positiva significativa com atributos de qualidade (BIDARI E HEBSUR, 2011). O K tem alta mobilidade no floema pode ser reutilizado na formação de órgãos novos pela redistribuição do K via floema (HAWKESFORD et al., 2012).

O cálcio é um macronutriente importante para o desenvolvimento das plantas; atua também na redução da acidez do solo e diminuindo a toxidez de elementos como o alumínio e cobre (RAMIRO,2018). Suas funções ecossistêmicas são relevantes, pois é essencial em grandes quantidades na composição das plantas, e também por suas correlações, como o estímulo à absorção de fosfatos pelas plantas. Seus efeitos positivos se expandem à outros reinos: cálcio é um importante componente na constituição dos organismos, inclusive humanos, pois está presente nos tecidos ósseos e atrelado à várias funções orgânicas. A principal forma pela qual os humanos adquirem o cálcio necessário ao seu desenvolvimento é a alimentação, seja diretamente, pela ingestão de cereais e outros vegetais, ou indiretamente, pela ingestão de produtos de origem animal, carne e leite, por exemplo. Esta cadeia de transferência de cálcio é dependente da quantidade do mesmo absorvida pelas plantas, e portanto, à eficiência do sistema solo em provê-lo em quantidades suficientes (PRIMAVESI, 2002; CHABOUSSOU, 2006; BRADY; WEIL, 2013).

Outro macronutriente de grande relevância no sistema solo e nas interações soloplanta é o magnésio (Mg). O magnésio é o elemento central da molécula de clorofila, podendo causar severos distúrbio e disfunções, quando escasso no sistema solo. O sintoma mais comumente apresentado pelas plantas quando sofrem por deficiência deste nutriente é a clorose iternerval, consiste no aparecimento de nervuras que variam entre verde e amarelo nas folhas. Contudo, são raros os relatos sobre solos deficientes neste elemento, pois o Mg é geralmente repostado pela argila e pelos produtos da matéria orgânica, além de ser repostado pela ação antrópica quando adições de calcário dolomítico são feitas ao solo. O magnésio está



ainda intrinsicamente ligado ao cálcio do solo, sendo que a relação mais comumente trazida pela bibliografia a de 6:1, isto é, que haja no solo seis vezes mais Ca do que Mg. (PRIMAVESI, 2002; BRADY; WEIL, 2013).

O S é encontrado na forma orgânica, que representa mais de 90% do total da maioria dos solos. A perda de S no solo ocorre através de erosões, lixiviações, queimadas entre outras ações, podendo ser restituído no solo através de chuvas, fertilizantes e mineralização da matéria orgânica. A deficiência do S pode causar a clorose geral da planta. A quantidade de enxofre encontrado nos solos e nas biomassas seja insignificante diante os grandes reservatórios terrestres, a vida no planeta e a produção de alimentos dependem da ciclagem deste nutriente no planeta (ALVAREZ, 2007).

O pH do solo tem grande influência sobre a atividade da microvida do solo. O predomínio da atividade fúngica predomina em solos com baixo pH, e as bactérias são fortes competidoras e tendem a dominar a atividade microbiana em valores intermediários e mais altos de pH (BRADY; WEIL, 2013). Além disso, o pH do solo influencia fortemente na disponibilidade de nutrientes para as plantas. De acordo com Brady, Weil (2013), em solos muito ácidos, macronutrientes como o Ca, o Mg, o K, o P, o N e o S, bem como os micronutrientes é reduzida.

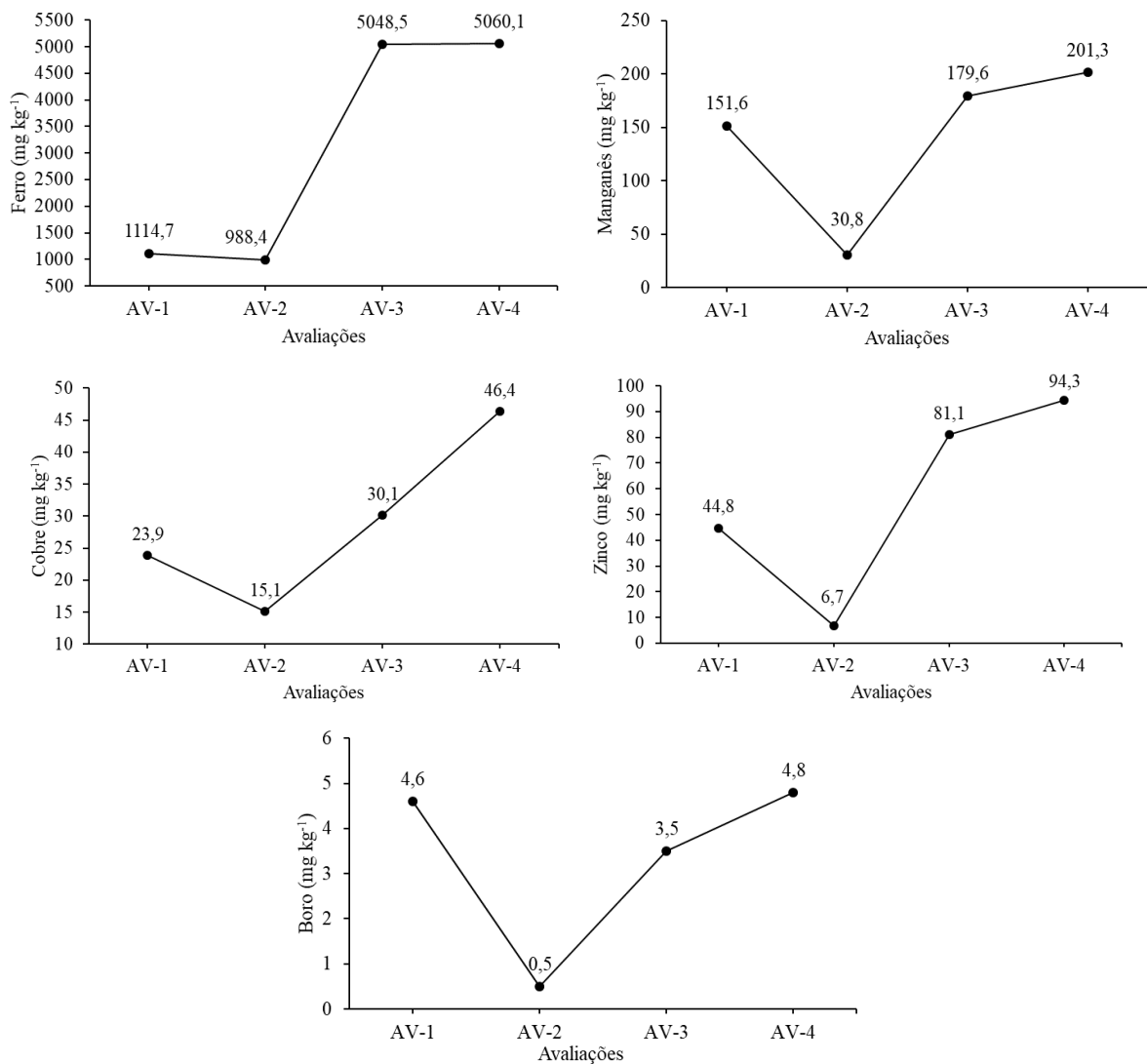
## **4.2 Micronutrientes**

A disponibilidade dos micronutrientes ferro (Fe), manganês (Mn), cobre (Cu), zinco (Zn) e boro (B) teve um comportamento semelhante a maioria dos macronutrientes. Houve uma queda aos 30 dias quando comparado com a avaliação inicial zero (0).

Aos 60 dias após o material ser inserido na composteira, o elemento Fe obteve um crescimento superior a 400% sobre a avaliação inicial. Os elementos Mn, Cu e Zn obteve-se maior disponibilidade em relação a avaliação inicial. E o B obteve um crescimento em relação a segunda avaliação (30), porém comparado com a avaliação inicial zero (0), obteve um resultado menor.

E 90 dias após o material ser inserido na composteira, os elementos minerais Fe, Mn, Cu e Zn obteve-se disponibilidade crescente em relação a avaliação inicial. O elemento B obteve-se uma estabilidade em relação a avaliação inicial e um crescimento em relação a segunda avaliação (30). E o elemento Fe obteve uma estabilidade em relação a segunda avaliação (30).

O Fe constitui cerca de 5% da crosta terrestre, tendo como fator principal para sua disponibilidade no solo o pH, apresenta uma grande função na parte de fixação do nitrogênio, em plantas anuais e sua ausência inibe o crescimento das plantas. É um elemento essencial para a síntese de proteína e ajuda a formar alguns sistemas respiratórios enzimáticos da planta. Devido a decorrência de altos teores de Fe encontrados em solos brasileiros, os problemas relacionados com a toxidez são mais comuns do que aqueles causados pelo fator deficiência do nutriente, pois a área mais afetada é a agrônômica (ABREU et al., 2007).



**Figura 8.** Disponibilidade dos micronutrientes ferro, manganês, cobre, zinco e boro durante o processo de compostagem em quatro avaliações (AV)

O manganês é o 11<sup>a</sup> elemento mais abundante na natureza, sua presença no solo depende dos óxidos, carbonatos, silicatos e sulfetos. É um elemento que auxilia no desenvolvimento das raízes e, em excesso no solo, ocasiona aparecimento de manchas

marrom em folhas de plantas jovens e sua ausência prejudica no desenvolvimento das raízes (ABREU et al., 2007).

O Cu é encontrado no solo nas estruturas cristalinas dos minerais primários e secundários na forma de sulfetos, a matéria orgânica também é uma fonte importante de Cu para a planta, pode ser adicionado no solo através de fungicidas. O Cu é de vital importância no metabolismo das plantas. A ausência no solo pode ocasionar a clorose e impedir a reprodução das plantas, além de provocar a deficiência do ferro (Fe) e a redução da absorção do (P) (ABREU et al., 2007).

O Zn fica disponível para as plantas em solos ácidos. O método de análise do solo, para se mostrar eficiente, deverá detectar a alteração da disponibilidade do Zn através da alteração do pH. O Zn é de grande importância para desenvolvimento das partes florais, produção de grãos, sementes e maturação precoce das plantas (ABREU et al., 2007).

O boro é um micronutriente alvo de estudos devido a suas várias funções assumidas no metabolismo vegetal, sendo fundamental não só para rendimentos elevados, mas também para alta qualidade das culturas (FATIMA, 2013). A deficiência de Boro provoca mudanças anatômicas, fisiológicas e bioquímicas nas plantas.

As concentrações de B influenciam os acúmulos de Ca nas raízes e de Cu (nas raízes e na planta inteira). A eficiência de transporte de Ca e B das raízes para a parte aérea das plantas é favorecida com a elevação das doses de boro. O boro aumenta a eficiência de utilização de Ca nas plantas (XAVIER; NATALE, 2017).

## **5 CONCLUSÕES**

Todos os micronutrientes e os macronutrientes obtiveram-se uma queda aos 30 dias quando comparado com a avaliação inicial zero (0).

Aos 60 dias após o material ser inserido na composteira, os macronutrientes P e S, aproximadamente, retornaram ao valor inicial. Os macronutrientes N, K e Mg e os micronutrientes Fe, Mn, Cu e Zn obtiveram-se maior disponibilidade em relação a avaliação inicial. E o micronutriente B obteve um resultado menor a avaliação inicial e superior a segunda avaliação.

E 90 dias após o material ser inserido na composteira, os macronutrientes N, P, K e Mg e micronutrientes Fe, Mn, Cu e Zn obtiveram-se disponibilidade crescente em relação a

avaliação inicial. O macronutriente S e micronutriente B obteve-se uma estabilidade em relação a avaliação inicial.

O macronutriente cálcio (Ca) continuou com o seu comportamento decrescente linear aos 60 e 90 dias após a inserção do material na composteira, quando comparado com a avaliação inicial do composto.

## **6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ABDALA, K. O.; RIBEIRO, F. L.; FERREIRA, M. E. Risco de Impactos Ambientais Gerados pela Dinâmica do Uso do Solo no Estado de Goiás: Uma abordagem multimétodos. **Revista Brasileira de Cartografia**, nº 68/2, p. 235-252, 2016.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10004: **resíduos sólidos – classificação**. 2004. 71 p.

ABREU, M.F.; ABREU, C.A.; SARZI, I.; LINARES, A. Extratores aquosos para a caracterização química de substratos para plantas. **Horticultura Brasileira**, v. 25 p. 184-187. 2007.

ALCÂNTARA, F.A. DE; MADEIRA, N.R. **Manejo do solo no sistema de produção orgânico de hortaliças**. Brasília: Embrapa, 2008. 12 p.

ALVAREZ, V.; NOVAIS, R.F., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.LF.; CANTARUTTI, R.B; NEVES, J.C.L. **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.596-575.

ANDRADE, B. N.; FREITAS-PINHEIRO, J.; OLIVEIRA, E. M. A importância da produção orgânica para a saúde humana e o meio ambiente. **South American Journal of Basic Education, Technical and Technological**, v. 4, n. 2, p. 227-233, 2017.

BASHAN, Y.; KAMNEV, A. A.; BASHAN, L. E. A proposal for isolating and testing phosphatesolubilizing bacteria that enhance plant growth. *Biology and Fertility of Soils*, v. 49, p. 1-2, 2013.

BIDARI, B.I; HEBSUR, N.S. ( Potassium in relation to yield and quality of selected vegetable crops. **Karnataka Journal of Agricultural Sciences** 24:55-59.

BOLLAND, M.D.A.; BAKER, M.J. Powdered granite is not an effective fertilizer for clover and wheat in sandy soils from Western Australia. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v.56, p.59-68, 2000.

BORCHARTT, L.; SILVA, I. de F. da; SANTANA, E. de O.; SOUZA, C. de; FERREIRA, L. E. Adubação orgânica da batata com esterco bovino no município de Esperança - PB. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 2, p. 482–487, 2011.

BORGES, M. E. **Gerenciamento de limpeza urbana**. Viçosa, CPT, 2009.

BRADY, N. C.; WEIL, Ray R. **Elementos da natureza e propriedades dos solos**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

BRASIL. Presidência da República. **Lei nº 12.305** - Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília, DF, 2010.

CAMARGO, M. S. A importância do uso de fertilizantes para o meio ambiente. **Pesquisa & Tecnologia**, v. 9, n. 2, p. 1-4, 2012.

CARVALHO, A. M. X. de. **Rochagem e suas interações no ambiente solo**: contribuições para aplicação em agroecossistemas sob manejo agroecológico. 116 f. Tese (Doutorado) - Curso de Solos e Nutrição de Plantas, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2012.

CARVALHO, G. A. B. de; HUNGRIA, M. Análise quantitativa das bactérias fixadoras de nitrogênio presentes em inoculantes comerciais para soja. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 29; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 12, 2010, Guarapari –ES. **Anais...** Guarapari –ES: FertiBio, 2010, p. 1-3.

CHABOUSSOU, Francis. **Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos: a teoria da trofobiose**. 1. ed. São Paulo: Expressão Popular, 2006

DUBEY, R. S.; SRIVASTAVA, R. K.; PESSARAKLI, M. Physiological mechanisms of nitrogen absorption and assimilation in plants under stressful conditions. In: Pessarakli M (ed.) **Plant and crop physiology**, 3a ed. CRC Press, Boca Raton. p: 453-486. 2016.

ERISMAN, J. W.; GALLOWAY, J. N.; SEITZINGER, S.; BLEEKER, A. DISE, N. B.; PETRESCU, A. M. R.; LEACH, A. M.; VRIES, W. **Consequences of human modification of the global nitrogen cycle**. 2013.

FATIMA, A. Role of boron in plasma membrane H<sup>+</sup>-ATPase hydrolytic and pumping activity in maize (*Zea mays* L.) A thesis submitted for the requirement of the doctoral degree. **Justus Liebig University Giessen**, Germany, 2013.

FOWLER, D.; COYLE, M.; SKIBAU; SUTTON, M. A.; CAPE, J. N.; REIS, S.; SHEPPARD, L. J.; JENKINS, A.; GRIZZETTI, B.; GALLOWAY, J. N.; VITOUSEK, P.; LEACH, A.; BOUWMAN, A. F.; BUTTERBACH-BAHL, K.; DENTENER, F.; STEVENSON, D.; AMANN, M.; VOSS, M. The global nitrogen cycle in the twenty-first century. **Philosophical Transactions of the Royal Society**, p. 368, 2013.

FURTADO, D. A.; BARACUHY, J. G. V.; FRANCISCO, P. R. M.; FERNANDES NETO, S.; SOUSA, V. A. DE. **Tecnologias adaptadas para o desenvolvimento sustentável do semiárido brasileiro**. 2. ed. Campina Grande: EPGRAF, 2014. 275 p

HAWKESFORD, M.; HORST, W.; KICHEY, T.; LAMBERS, H.; SCHJOERRING, J.; MOLLER, S. I.; WHITE, P. Functions of macronutrients. In: MARSCHNER, P. (ed.). **Marschner's mineral nutrition of higher plants**. New York, p. 135-189. 2012.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades**. 2014 URL: <<https://cidades.ibge.gov.br/v4/brasil>>

INÁCIO, C.T.; MILLER, P.R.M. **Compostagem**: ciência e prática para a gestão de resíduos orgânicos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009.

JUNQUEIRA, J. B. **Biodigestão anaeróbia e compostagem com dejetos de bovinos confinados e aplicação do biofertilizante e do composto em área cultivada com *Panicum maximum* JACQ., cv Tanzânia.** Dissertação de mestrado em Zootecnia. Universidade Estadual Paulista “Julio De Mesquita Filho”. Jaboticabal, São Paulo – Brasil. 2011.

LEONARDO, F. D. A. P.; OLIVEIRA, A. P. de; PEREIRA, W. E.; SILVA, O. P. R. da; BARROS, J. R. A. Rendimento da batata-doce adubada com nitrogênio e esterco bovino. **Revista Caatinga**, v. 27, n. 2, p. 18–23, 2014.

LOPES-ASSAD, M. L.; ROSA, M. M.; ERLER, G. & CECCATO-ANTONINI, S. R. Solubilização de pó-de-rocha por *Aspergillus niger*. **Revista Espaço & Geografia**, 9 (1): 1-17, 2006.

MELAMED, R.; GASPAR, J. C. & MIEKELEY, N. **Pó de rocha como fertilizante alternativo para sistemas de produção sustentável em solos tropicais.** Série de estudos e documentos, SED 72 (versão provisória online). Brasília: CETEM/MCT, 2007.

MELO, A. V. de; GALVÃO, J. C. C.; BRAUN, H.; SANTOS, M. M. dos; COIMBRA, R. R.; SILVA, R. R. da; REIS, W. F. dos. Extração de nutrientes e produção de biomassa de aveia-preta cultivada em solo submetido a dezoito anos de adubação orgânica e mineral. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n. 2, p. 411–420, 2011.

MENDES, G. O. et al. Mechanisms of phosphate solubilization by fungal isolates when exposed to different P sources. **Annals of Microbiology**, v. 64, n. 1, p. 239–249, 2014.

MUCELIN, C.A.; BELLINI, M. Lixo e impactos ambientais perceptíveis no ecossistema urbano. **Sociedade & Natureza**, v. 20, n. 1, p. 111-124, 2008.

NOVAIS, R.F.; ALVAREZ. V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.LF.; CANTARUTTI, R.B; NEVES, J.C.L. **Fertilidade do solo.** Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. 1017 p.

OLIVEIRA, A. P. de; SILVA, O. P. R.; BANDEIRA, N. V. S.; SILVA, D. F.; SILVA, J. A.; PINHEIRO, S. M. G. Rendimento de maxixe em solo arenoso em função de doses de esterco bovino e biofertilizante. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 11, p. 1130–1135, 2014.

PALLARDYS, S. G. CHAPTER. Nitrogen metabolism. In: Pallardys, S.G. (Ed.). **Physiology of woody plants**. 3.ed. San Diego: Academic Press, 2008.

PANDEY, V., PATEL, A., PATRA, D. D. Integrated nutrient regimes ameliorate crop productivity, nutritive value, antioxidant activity and volatiles in basil (*Ocimum basilicum* L.). **Industrial Crops and Products**, 87, 124-131. 2016.

PEIXOTO FILHO, J. U. ; FREIRE, M. B. G. dos S.; FREIRE, F. J.; MIRANDA, M. F. A.; PESSOA, L. G. M.; KAMIMURA, K. M. Produtividade de alface com doses de esterco de frango , bovino e ovino em cultivos sucessivos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 4, p. 419–424, 2013.

PEREIRA FILHO, T.; MEDEIROS, V.; PEREIRA, M.; DANTAS, A.J.; MARINI, F. Importância do Pó de Rocha para os Sistemas de Produção Agroecológica. **Cadernos de Agroecologia**, v. 10, N° 3, 2015.

PEREIRA NETO, J. T. **Manual de Compostagem**: Processo de baixo custo. Viçosa: UFV, 2014.

PEREIRA, J. R.; ARAÚJO, W. P.; FERREIRA, M. M. M.; LIMA, F. V.; ARAÚJO, V. L.; SILVA, M. N. B. Doses de esterco bovino nas características agrônômicas e de fibras do algodoeiro herbáceo BRS Rubi. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 6, n. 3, p. 195-204, 2012.

PERNA, D.; SOARES, A. M. D.; CURVO, R. J. C. Meio ambiente e educação profissional agrícola. **Cuadernos de Educación y Desarrollo**, n. 50, 2014.



PRÁ, M. A. D. **Compostagem como alternativa para gestão ambiental na produção de suínos**. Porto Alegre: Evangraf Ltda, 2009. 144 p.

PRASANNAKUMAR, V.; SHINY, R.; GEETHA, N.; VIJITH, H. Spatial prediction of soil erosion risk by remote sensing, GIS and RUSLE approach: a case study of Siruvani river watershed in Attapady valley, Kerala, India. **Journal Environmental Earth Science**. 2011.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais**. 1. ed. São Paulo: Nobre, 2002.

RABELO, C.G.; FERREIRA, M.E.; ARAÚJO, J.V.G.; STONE, L.F.; SILVA, S.C.; GOMES, M.P. Influência do uso do solo na qualidade da água no bioma Cerrado: um estudo comparativo entre bacias hidrográficas no Estado de Goiás, Brasil. **Revista Ambiente e Água**, v. 4, n. 2, p. 172-187, 2009.

RAMIRO, L. C. F. CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E IDENTIFICAÇÃO DE SOLOS DESENVOLVIDOS DE ARENITO EM UMA PEDOSSEQUÊNCIA LOCALIZADA NO MUNICÍPIO DE SANTA FÉ, PR. **Simpósio Nacional de Geografia e Gestão Territorial e Semana Acadêmica de Geografia da Universidade Estadual de Londrina**, v. 1, p. 786-795, 2018.

ROSAL, L. F., PINTO, J. B. P., BERTOLUCCI, S. K. V., BRANT, R. S., NICULAU, E. S., & ALVES, P. B. Produção vegetal e óleo essencial de boldo pequeno em função de fontes de adubos orgânicos. **Revista Ceres**, v. 58, n. 5, p. 670-678. 2011.

SEDIYAMA, M. A. N.; MAGALHÃES, I. P. B.; VIDIGAL, S. M.; PINTO, C. L. O.; CARDOSO, D. S. C. P.; FONSECA, M. C. M.; CARVALHO, I. P. L. Uso de Fertilizantes orgânicos no cultivo de alface americana (*Lactuca sativa* L) 'Kaiser'. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)**, v. 6, n. 2, p. 66-74, 2016.

SILVA, D. R. G.; MARCHI, G.; SPEHAR, C. R.; GUILHERME, L. R. G.; REIN, T. A.; SOARES, D. A.; ÁVILA, F. W. Characterization and Nutrient Release from Silicate Rocks and Influence on Chemical Changes in Soil. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 36, p. 951-962, 2012.

SILVA, F.C. da; ABREU, M.F. de; PÉREZ, D.V.; EIRA, P.A. da; ABREU, C.A. de; VAN RAIJ, B.; GIANELLO, C.; COELHO, A.M.; QUAGGIO, J.A.; TEDESCO, M.J.; SILVA, C.A.; BARRETO, W.O. Métodos de análises químicas para avaliação da fertilidade do solo. In: SILVA, F.C. de. (Ed. Técnico). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2ª ed. rev. ampl. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. p. 107-189.

SILVA, J. A.; OLIVEIRA, A. P.; ALVES, G. D. S.; CAVALCANTE, L. F.; OLIVEIRA, A. N. P. de; ARAÚJO, M. A. M. Rendimento do inhame adubado com esterco bovino e biofertilizante no solo e na folha. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 3, p. 253–257, 2012.

SOUZA, R. F. S. **Crescimento e produção de variedades de arroz vermelho em neossolo flúvico submetido a doses de esterco bovino**. UFPB, Areia – PB, 2013.

TRINDADE, A.V.; SAGGIN JUNIOR, O.J.; SILVEIRA, A.P.D. da. Micorrizas arbusculares na produção de mudas de plantas frutíferas e café. In: SIQUEIRA, J.O. **Micorrizas: 30 anos de pesquisas no Brasil**. Lavras: UFLA, 2010. 716 p. 415-439

TRIVELLA, R. B. B.; ABREU, M. J. de; PALERMO, P. R. O.; TEIXEIRA, C; BOTTAN, G. A.; PEREIRA, I. C. A Compostagem Termofílica como metodologia para restauração de áreas degradadas dentro de uma Unidade de Conservação, Florianópolis (SC). **Cadernos de Agroecologia**, v. 10, n. 3, 2016.

VAN LIER, Q. J. **Física do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2010. 298 p.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2014. 452 p.

XAVIER, C. V.; NATALE, W. Influência do boro no teor, acúmulo e eficiência nutricional em porta-enxertos de caramboleira, **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 12, n. 1, p. 6-13, 2017.

ZATORRE, N. P. Atributos biológicos do solo como indicadores de qualidade do solo. **Gaia Scientia**, v. 2, n. 6, p. 9-13, 2008.