

**UFRRJ
INSTITUTO DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
AGRICULTURA ORGÂNICA- PPGAO**

DISSERTAÇÃO

**Cultivo do jambu em canteiros com compostagens laminares realizadas
com resíduos orgânicos disponíveis na Amazônia Oriental**

FRANCISCA LUCIANA SANTOS ARAÚJO

2020



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
AGRICULTURA ORGÂNICA- PPGAO**

**CULTIVO DO JAMBU EM CANTEIROS COM COMPOSTAGENS
LAMINARES REALIZADAS COM RESÍDUOS ORGÂNICOS
DISPONÍVEIS NA AMAZÔNIA ORIENTAL**

FRANCISCA LUCIANA SANTOS ARAÚJO

Sob a orientação do Professor
Marco Antônio de Almeida Leal

Dissertação submetida como requisito parcial
para obtenção do grau de **Mestra em**
Agricultura Orgânica, no Curso de Pós
Graduação em Agricultura Orgânica.

Seropédica, RJ
Setembro de 2020

"O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001

"This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001"

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada com
os dados fornecidos pela autora

S658c Araújo, Francisca Luciana Santos, 22/04/1980
Cultivo do jambu em canteiros com compostagens
laminares realizadas com resíduos orgânicos
disponíveis na Amazônia Oriental / Francisca
Luciana Santos Araújo. - Seropédica RJ, 2020.

41 f.

Orientador: Marco Antônio de Almeida Leal.
Dissertação (Mestrado). -- Universidade Federal
Rural do Rio de Janeiro, Programa de Pós
Graduação em Agricultura Orgânica, 2020.

1. Adubação orgânica. 2. *Spilanthus acmella*.
3. Agroecologia. I. de Almeida Leal, Marco Antônio,
1966, orient. II Universidade Federal Rural do Rio de
Janeiro. Programa de Pós Graduação em Agricultura
Orgânica III. Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA ORGÂNICA**

FRANCISCA LUCIANA SANTOS ARAÚJO

Dissertação submetida como requisito parcial para a obtenção do grau de **Mestra em Agricultura Orgânica**, no Programa de Pós Graduação em Agricultura Orgânica.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 16/09/2020

Conforme deliberação número 001/2020 da PROPPG, de 30/06/2020, tendo em vista a implementação de trabalho remoto e durante a vigência do período de suspensão das atividades acadêmicas presenciais, em virtude das medidas adotadas para reduzir a propagação da pandemia de Covid-19, nas versões finais das teses e dissertações as assinaturas originais dos membros da banca examinadora poderão ser substituídas por documento(s) com assinaturas eletrônicas. Estas devem ser feitas na própria folha de assinaturas, através do SIPAC, ou do Sistema Eletrônico de Informações (SEI) e neste caso a folha com a assinatura deve constar como anexo ao final da tese/ dissertação.

Marco Antônio de Almeida Leal
(Dr.) Embrapa Agrobiologia
(Orientador)

Gilberta Carneiro Souto
(Dra.) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará -IFPA

Oswaldo Ryohei Kato
(Dr.) Embrapa Amazônia Oriental

DEDICATÓRIA

Dedico esta obra ao meu Filho Lui, com 9 meses completados hoje dia da defesa desta dissertação, por acreditar que ele será um defensor da natureza.

(A cada mês completado por ele uma árvore é plantada por seus pais na sua presença).

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus, meu Orientador Maior de todas as horas que me proporcionou vida com abundância e a conclusão de mais um sonho.

Ao meu Amado Esposo Tomires Athayde, pelo Amor, Apoio e Incentivo aos meus estudos. Agradeço também pelo companheirismo e pela compreensão aos momentos que precisei está ausente por conta dos afazeres acadêmicos (que foram muitos). Pela mentoria deste projeto de aproveitamento de resíduos orgânicos na agricultura.

Ao meu orientador Prof^o. Dr. Marco Antônio Leal por sua amizade e pelas valorosas contribuições dadas a este estudo, a partir de sua vasta experiência e ensinamentos a mim repassados. Por toda compreensão às minhas limitações. E também pela humildade de alma que o faz um Ser Humano Incrível.

Aos meus Pais José Amâncio e Jô Araújo que me proporcionaram Amor incondicional a todos os momentos da minha vida, que foram e são os meus melhores professores, que me apresentaram à educação familiar e escolar, que me abriram portas para diversas oportunidades. Os quais me conduziram e me apoiaram à cada passo que ousei dar.

Aos meus Irmãos Dedê, Aninha e Allaninha pelo Amor e Respeito a mim demandados, pela cumplicidade de todas as horas e pela certeza que com eles posso contar.

Aos meus Cunhados: Sandro; Tonildes e Tomás pelo o apoio em qualquer hora que precisei. Aos familiares maternos e paternos que contribuíram para a realização desse sonho.

Aos geradores de resíduos, colaboradores deste projeto, pela importante contribuição na reciclagem dos resíduos orgânicos na agricultura.

Aos membros da banca examinadora composta pela Prof^a. Dr^a. Gilberta Carneiro Souto e o Prof^o. Dr. Osvaldo Ryohei Kato pelo aceite e disponibilidade ao convite, bem como, pelas contribuições dadas a este estudo.

Aos colegas da Turma 2018 do PPGAO, em especial aos amigos: Diana Rodrigues, Leandro Lima, Márcio Paixão, Lúcio Lambert, Natasha Rosa, Patrícia Fernandes e Rosivaldo Cordeiro, por todo companheirismo e amizade, os guardarei no coração por toda vida.

À Coordenadora do PPGAO Anelise Dias e aos demais Mestres da Educação, adjetivo que perpassa aos títulos acadêmicos, também conhecidos como Professores, toda minha Gratidão e Respeito. Que através dos ensinamentos repassados me proporcionaram crescimento acadêmico, profissional e pessoal ao me espelhar em vocês.

RESUMO

ARAÚJO, Francisca Luciana Santos. **Cultivo do jambu em canteiros com compostagens laminares realizadas com resíduos orgânicos disponíveis na Amazônia Oriental**. 2020. 41p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Orgânica). Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2020.

O jambu é uma das principais hortaliças da região Norte do Brasil e o seu cultivo em sistema orgânico demanda a utilização de fertilizantes que podem ser obtidos por meio do aproveitamento de resíduos localmente disponíveis. A compostagem laminar destaca-se como alternativa para processar estes resíduos visando adequá-los para sua utilização agrícola, pois ela é um processo que gera insumos de baixo custo e mantém o solo coberto. O objetivo geral deste trabalho foi realizar estudo de caso em uma unidade de produção familiar, afim de comprovar a viabilidade da compostagem laminar de resíduos localmente disponíveis visando a obtenção de fertilizantes destinados a um sistema orgânico de produção do jambu. O estudo foi realizado em uma unidade produtiva familiar-UPF, localizado no município de Igarapé Açu, estado do Pará. O composto laminar foi constituído pela mistura de pena de frango, cinza e caroço de açaí, sendo avaliadas diversas características aos zero, 30, 60 e 120 dias de compostagem, como: pH, condutividade elétrica, teores de C, N, P, K, Ca, Mg, relação C:N, emissões potenciais de CO₂ e de NH₃. Além das características do composto, também foram realizadas análises de fertilidade de solo nas parcelas que receberam o composto. O experimento de produção de jambu avaliou o efeito de diferentes tempos de compostagem, sendo zero, 30, 60 e 120 dias antes do transplântio das mudas de jambu, além de um tratamento testemunha sem aplicação de compostagem laminar. A colheita do jambu foi realizada após 60 dias do plantio das mudas, avaliando-se o desenvolvimento da hortaliça por meio das características peso fresco das plantas, número de inflorescências e comprimento da raiz. A maioria das características avaliadas no composto e no solo apresentaram efeitos altamente significativos em função do tempo de compostagem laminar, com exceções das características teores de C e de P para o composto laminar e N e de P para o solo, mas cujos efeitos apresentaram níveis de significância próximos de 6,0 %. Foi no tempo zero da compostagem laminar quando se observou que o solo apresentava as melhores condições para o desenvolvimento do jambu, como maior pH, menor teor de Al e maiores teores de nutrientes, como N, Mg e K. O peso fresco das plantas, o número de inflorescências e o comprimento da raiz das plantas de jambu foram altamente significativas, sendo que as melhores respostas foram observadas no tempo zero da compostagem laminar. Estes resultados comprovam a viabilidade agrônômica da compostagem laminar de resíduos orgânicos na utilização de sistemas orgânicos de produção do jambu.

PALAVRAS-CHAVE: Adubação orgânica, *Spilanthes acmella*, Agroecologia.

ABSTRACT

ARAÚJO, Francisca Luciana Santos. **Cultivation of jambu in beds with laminar composting performed with organic waste available in the Oriental Amazon**. 2020. 41p. Dissertation (Master's Degree in Organic Agriculture). Institute of Agronomy, Federal Rural University of Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2020.

Jambu is one of the principal vegetables in the Northern region of Brazil and its cultivation in an organic system requires the use of fertilizers that can be obtained through the use of locally available residues. Laminar composting stands out as an alternative to process this waste in order to adapt it for its agricultural use, because it is a low cost process and keeps the soil covered. The general objective of this work was to realize a case study in a family production unit, in order to prove the viability of the laminar composting of locally available residues aiming at obtaining fertilizers destined to an organic production system of jambu. The study was realized in a family production unit-UPF, located in the municipality of Igarapé Açu, state of Pará. The laminar compound was constituted by the mixture of chicken feather, ash and açai core, being evaluated several characteristics at zero, 30, 60 and 120 days of composting, such as: pH, electrical conductivity, C, N, P, K, Ca, Mg contents, C: N ratio, potential CO₂ and NH₃ emissions. Beyond the characteristics of the compost, soil fertility analyzes were also performed on the parcels that received the compost. The jambu production experiment evaluated the effect of different composting times, being zero, 30, 60 and 120 days before transplanting the jambu seedlings, in addition to a control treatment without laminar composting. The harvest of the jambu was realized 60 days after the planting of the seedlings, evaluating the development of the vegetable through the characteristics fresh weight of the plants, number of flowers and length of the root. Most of the characteristics evaluated in the compost and in the soil showed highly significant effects as a function of laminar composting time, with the exception of the characteristics of C and P for the laminar compost and N and of P for the soil, but whose effects showed levels of significance close to 6.0%. It was at zero time of laminar composting when it was observed that the soil had the best conditions for the development of jambu, with higher pH, lower Al content and higher nutrient contents, such as N, Mg and K. The weight of the plants, the number of flowers and the length of the root of the jambu plants were highly significant, and the best answers were observed at zero time of laminar composting. These results prove the agronomic feasibility of the laminar composting of organic waste in the use of organic jambu production systems.

KEY WORDS: Organic fertilization, *Spilanthes acmella*, Agroecology.

LISTA DE FIGURAS E TABELA

Figura 1: Valores médios da precipitação pluviométrica observada em Igarapé Açu PA no ano de 2019.	8
Figura 2: Mapa de localização do Sítio Agroecológico Tolú.....	9
Figura 3: Imagem ilustrativa da leira de compostagem laminar.	11
Figura 4: Valores de pH observados no composto laminar durante 120 dias. Média de 4 repetições + erro padrão	13
Figura 5: Valores de condutividade elétrica observados no composto laminar durante 120 dias. Média de 4 repetições + erro padrão.	14
Figura 6: Emissões potenciais de CO ₂ observadas durante a compostagem laminar. Média de 4 repetições + erro padrão.	15
Figura 7: Emissões potenciais de NH ₃ observadas durante a compostagem laminar. Média de 4 repetições + erro padrão.	16
Figura 8: Teores de C observados no composto laminar durante 120 dias. Média de 4 repetições + erro padrão.....	17
Figura 9: Teores de N observados no composto laminar durante 120 dias. Média de 4 repetições + erro padrão.....	18
Figura 10: Valores de relação C/N observados no composto laminar durante 120 dias. Média de 4 repetições + erro padrão.....	18
Figura 11: Teores de Ca observados no composto laminar durante 120 dias. Média de 4 repetições + erro padrão.	19
Figura 12: Teores de Mg observados no composto laminar durante 120 dias. Média de 4 repetições + erro padrão.	20
Figura 13: Teores de P observados no composto laminar durante 120 dias. Média de 4 repetições + erro padrão.....	21
Figura 14: Teores de K observados no composto laminar durante 120 dias. Média de 4 repetições + erro padrão.	21
Figura 15: Valores de pH observados ao longo de 120 dias em solo que recebeu compostagem laminar. Média de 4 observações ± erro médio.....	22

Figura 16: Teores de Al livre observados ao longo de 120 dias em solo que recebeu compostagem laminar. Média de 4 observações \pm erro médio.....	23
Figura 17: Teores de C observados ao longo de 120 dias em solo que recebeu compostagem laminar. Média de 4 observações \pm erro médio.....	24
Figura 18: Teores de N observados ao longo de 120 dias em solo que recebeu compostagem laminar. Média de 4 observações \pm erro médio.....	25
Figura 19: Teores disponíveis de Ca observados ao longo de 120 dias em solo que recebeu compostagem laminar. Média de 4 observações \pm erro médio.....	26
Figura 20: Teores disponíveis de Mg observados ao longo de 120 dias em solo que recebeu compostagem laminar. Média de 4 observações \pm erro médio.....	26
Figura 21: Teores disponíveis de P observados ao longo de 120 dias em solo que recebeu compostagem laminar. Média de 4 observações \pm erro médio.....	27
Figura 22: Teores disponíveis de K observados ao longo de 120 dias em solo que recebeu compostagem laminar. Média de 4 observações \pm erro médio.....	28
Figura 23:Desenvolvimento radicular da planta do jambu no experimento.....	30
Tabela 1: Respostas de plantas de jambu cultivadas em canteiros contendo compostos laminares aplicados em diferentes tempos antes do transplântio das mudas.....	29

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 Consumo, geração e impactos negativos do lixo.....	3
2.2 Compostagem de resíduos orgânicos na agricultura	3
2.2.1 Compostagem laminar.....	4
2.3 Lei 12.305/2010 de resíduos sólidos	5
2.4 Jambu (<i>Spilanthes acmella</i>).....	6
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	8
3.1- Descrição do sistema de produção	8
3.2 Experimento de Compostagem.....	10
3.2.1 Caracterização dos resíduos utilizados	10
3.2.2 Caracterização do processo de compostagem laminar.	10
3.2.3 Avaliação do efeito da compostagem laminar sobre a fertilidade do solo.	11
3.3 Avaliação da eficiência agrônômica do jambu.....	12
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	13
4.1 Avaliação do composto	13
4.2 Avaliação da fertilidade do solo.....	22
4.3 Avaliação das plantas de jambu.....	28
4.4 Considerações finais e sugestões.....	30
5. CONCLUSÕES.....	31
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32
Anexo 1	41
Anexo 1a:.....	41
Anexo 1b:	41

1. INTRODUÇÃO

É crescente a demanda por tecnologias que visam proporcionar destinos ambientalmente corretos para os resíduos gerados, de modo que estes materiais deixem de ser um problema social, passando ser um ativo, expresso na forma de reutilização, reciclagem, compostagem, recuperação e aproveitamento energético, como prevê a Lei nº 12.305/2010 (BRASIL, 2010). Nessa perspectiva, muitos são os desafios apontados para o avanço no tratamento de resíduos de composição orgânica, que são os principais responsáveis pela contaminação direta do meio ambiente quando dispostos inadequadamente.

A região Norte do Brasil apresenta situação muito precária em relação à destinação final dos resíduos urbanos. Seus municípios exibem dados preocupantes, pois 51,4% dos resíduos gerados correspondem à fração orgânica, que poderiam ser compostados e utilizados como insumos na agricultura, entretanto apenas 1,6% desse quantitativo são encaminhados às unidades de tratamento de compostagem para esse fim (BRASIL, 2019). Outra preocupação está relacionada às atividades agrícolas e pecuária que geram expressivos quantitativos de resíduos, como dejetos de animais e restos de culturas, palhas e resíduos agroindustriais, todavia, em muitos casos, ocasionam graves prejuízos e danos de cunho ambiental. Grande parte desses resíduos deixam de ser reciclados na agricultura por serem descartados ou destruídos pelas queimadas (TEIXEIRA, 2002). Em suma, quando utilizados adequadamente, podem suprir aos sistemas agroalimentares, grande parte da demanda de insumos sem afetar os recursos do solo e do ambiente (SOUTO, 2016).

Em contraste a estas questões, encontra-se no município de Igarapé Açú/PA uma das poucas experiências da região amazônica em reciclagem de resíduos urbanos, visando a sua utilização em sistema de produção orgânica. Projeto piloto de referência na técnica de compostagem laminar, que está sendo desenvolvido com êxito há seis anos, a partir da iniciativa privada de uma unidade familiar de produção orgânica, o Sítio Agroecológico Tolú, em parceria com um pequeno grupo de geradores comerciais de resíduos orgânicos, provaram que é possível fazer dos resíduos orgânicos uma alternativa economicamente viável, socialmente justa e ambientalmente correto para uso na agricultura, visando à produção de alimentos saudáveis. Nessa perspectiva, resíduos como restos culturais, dejetos animais, casca de ovo, cinza, caroço de açaí, pena e víscera de frango são destinados diariamente para a reciclagem realizada nessa unidade.

O aproveitamento agrícola dos resíduos orgânicos pode ser realizado a partir da seleção prévia desses resíduos na fonte geradora e do seu encaminhamento para uma unidade onde serão processados. A compostagem laminar destaca-se como alternativa para realizar este procedimento, pois os resíduos orgânicos são processados diretamente na área agricultável, eliminando os custos de instalação e manutenção de um pátio de compostagem (MMA, 2010), além de proporcionar a cobertura do solo, reduzindo os impactos prejudiciais da elevada precipitação pluviométrica que normalmente ocorre na região.

O jambu (*Spilanthes acmella*) é uma hortaliça do grupo PANC's - planta alimentícia não convencional, amplamente cultivada por agricultores familiares do Estado do Pará e importante fonte de renda local. É bastante apreciada na medicina popular e utilizada em preparo de iguarias da região. A forte demanda pelo jambu estimula estudos direcionados às tecnologias de produção de modo a garantir a oferta da hortaliça em quantidade e qualidade, gerando a necessidade cada vez maior de se utilizar insumos alternativos para a sua produção em sistema orgânico. Portanto, a compostagem do elevado quantitativo de resíduos orgânicos de procedência urbana e rural do município de Igarapé Açú/PA apresenta-se como uma

excelente alternativa para a obtenção dos insumos necessários para a produção orgânica do jambu (GUSMÃO *et al.*, 2009).

O objetivo geral deste trabalho foi desenvolver um estudo, aplicado ao nível de uma unidade familiar de produção, afim de comprovar a viabilidade da compostagem laminar realizada com resíduos orgânicos localmente disponíveis e a sua utilização visando fertilizar um sistema orgânico de produção do jambu.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Consumo, geração e impactos negativos do lixo

Questões ligadas a geração de resíduos urbanos há muito já eram estudadas por alguns autores em outras épocas que pareciam prever o futuro das cidades e a projeção do alto consumo. O avanço desses problemas já era vislumbrado por estudiosos como: Tibau (1978); Mazur; Santos; Velloso. (1983); Kiehl (1985); Andrioli *et al.*, (1991) e Ruiz; Teixeira (1991) entre outros. Segundo esses autores, os problemas ambientais seriam reduzidos caso fosse possível utilizar resíduos orgânicos urbanos na agricultura, pois isto possibilitaria melhoria na economia da cidade e do campo, conseqüentemente na qualidade de vida de seus habitantes.

Silva, (2000) chama atenção para o crescimento da geração de resíduos orgânicos que ocorreu nos últimos anos em muitas cidades, sendo que esse aumento tem apresentado uma velocidade superior aos índices de crescimento populacional. No ano do estudo a média de produção dos resíduos de uma pessoa adulta equivalia a 600g de lixo por habitante/dia, em uma cidade de pequeno porte. Com o passar dos anos e com o aumento do consumo, esse índice tem aumentado a cada ano podendo chegar a índices mais elevados nos dias atuais, com uma média 1000g de lixo por habitante/dia, (BRASIL, 2019).

Diversas são as propostas apresentadas por estudiosos, revelando o potencial valor econômico presente no lixo, levando a criação de processos de reciclagem dos resíduos orgânicos, visando à redução e o controle do desperdício e, conseqüentemente, a minimização dos impactos ambientais, completa Resende (1991).

O crescimento demográfico e sua concentração nos centros urbanos, acompanhado das inovações tecnológicas e de um modo de vida regado ao alto consumo, têm contribuído muito para o aumento do quantitativo de resíduos urbanos, destacam Veras; Povinelli (2004). Loureiro *et al.* (2007) analisam esse fato como uma das maiores preocupações ocasionadas pelo estilo de vida contemporâneo pois, na mesma proporção que se aumenta a geração de resíduos, se torna cada vez mais restrita a disponibilidade de áreas adequadas para sua disposição final, acarretando uma série de impactos ambientais ao planeta.

Junto à aceleração populacional das cidades e ao consumo desenfreado, também crescem os problemas de caráter ambiental, como a formação de lixões a céu aberto, que acarretam no comprometimento de rios e canais, por conta da disposição inadequada dos resíduos orgânicos. Além disso, lençóis freáticos, o solo e o ar, também sofrem com a contaminação proveniente do chorume e de gases formados a partir da decomposição do lixo orgânico exposto em grande quantidade e locais sem o mínimo de estrutura. Agentes nocivos de importância sanitária, como roedores e insetos, são atraídos para estes locais em busca de alimentos e proliferam-se nesses ambientes de condições insalubres, colocando em risco a saúde de catadores e de moradores vizinhos a essas áreas, gerando com isso mais um problema social de saúde pública (Junkes, 2002; Besen *et al.*, 2011).

2.2 Compostagem de resíduos orgânicos na agricultura

A compostagem é uma tecnologia que visa à obtenção de fertilizantes e substratos orgânicos humificados, ricos em nutrientes e com níveis aceitáveis de contaminação química e biológica. É realizada por meio da utilização de materiais ricos em C e pobres em N misturados com materiais ricos em N. Surge como uma alternativa de tratamento biológico dos resíduos, podendo ser utilizada tanto para resolução de problemas ambientais, como também para

obtenção de fertilizantes orgânicos, gerando benefícios econômicos, sociais e ambientais (RESENDE *et al.*, 2005; LEAL, 2006).

Os sistemas de produção agroecológicos utilizam materiais orgânicos como fertilizantes, entre eles o composto orgânico, que normalmente é produzido pelo próprio agricultor por meio da mistura de resíduos orgânicos de origem vegetal e animal, geralmente feito a partir da compostagem em pilha realizada através do método tradicional. Este processo pode apresentar variações importantes quanto ao tipo de material utilizado e à realização de revolvimentos e de irrigações, podendo resultar em um processo bastante dispendioso para o agricultor devido ao emprego intensivo de mão de obra (RESENDE, 1991).

Na visão de Gentil *et al.* (2012), a Amazônia brasileira é o cenário ideal para a realização de compostagem de resíduos orgânicos por meio de sua utilização na agricultura, pois a região apresenta clima propício com temperaturas elevadas e um excelente volume pluviométrico que auxilia a aceleração da decomposição da matéria orgânica. Com isso, são necessárias alternativas sustentáveis, que ofereçam opções que promovam melhoria aos sistemas de produção agrícola, bem como, nas condições sociais e econômicas do campo (KATO, *et al.* 2004). A compostagem de resíduos orgânicos pode contribuir bastante para a agricultura de menor porte, proporcionando diversos benefícios sociais e fortalecendo ainda a agricultura familiar da região, podendo facilmente ser empregada também a outras regiões.

2.2.1 Compostagem laminar

A técnica conhecida como compostagem na forma laminar é um diferencial em relação a forma convencional de compostagem de resíduos. Além da redução de esforço físico, esta técnica também proporciona a reciclagem de resíduos orgânicos de fácil disponibilidade provenientes de feiras, agroindústrias e até mesmo da propriedade agrícola. Na compostagem laminar o solo é revestido por camadas de resíduos orgânicos em diferentes estágios de decomposição, mas ao contrário da forma convencional de compostagem, a técnica não necessita de reviramento do composto e requer baixo emprego de mão de obra, o que a torna adequada para a agricultura familiar (SCHWENGBER *et al.*, 2007). O processo simula o que ocorre naturalmente em florestas com a degradação da serapilheira.

Nessa técnica os resíduos são acomodados e sobrepostos em lâminas estreitas, intercalando materiais ricos em carbono com materiais ricos em nitrogênio, visando obter uma relação C:N equilibrada. Por se tratar de uma técnica que não necessita de revolvimento e nem controle de temperatura, adota-se a altura máxima de 40cm para permitir melhor aeração do composto, evitando a criação de microambientes anaeróbicos (ANJOS *et al.*, 2015).

Sua utilização torna possível a substituição parcial ou total de fertilizante sintéticos por meio do aproveitamento dos nutrientes contidos nas frações orgânicas do lixo, alternativa que pode ser viável para a agricultura orgânica de pequeno porte (ABREU; BORGES 2005; NUNES; SANTOS, 2009). Os resíduos urbanos apresentam composição com elevado potencial de matéria orgânica, com teor de umidade, aliados a presença de largo espectro de microfauna, constituindo matéria prima (MONTEIRO, 1981).

Tibau (1978), relata que as propriedades nutricionais do esterco de curral apresentam fortes semelhanças aos resultantes da compostagem laminar, porém essa técnica detém de atividade mais acentuada, pois atua fortemente na solubilização dos minerais e na melhoria do solo. A utilização da compostagem laminar propicia reciclagem de nutrientes e melhoria das características físicas, químicas e biológicas do solo. Em relação à fertilidade do solo, outros autores relatam os aumentos do valor de pH e dos teores de MO, P, K, Ca e Mg (MAZUR *et al.*, 1983; KIEHL, 1985; ABREU JÚNIOR *et al.*, 2000; COSTA *et al.*, 2001; ABREU JÚNIOR *et al.*, 2002; ANJOS *et al.*, 2015).

Nunes & Santos (2009), reafirmam que o composto laminar é um excelente condicionador para o solo, capaz de promover melhorias e importantes transformações no agroecossistema manejado. Esta é uma técnica ideal para se obter, no menor espaço de tempo, a estabilização ou humificação da matéria orgânica e redução dos resíduos orgânicos, tão maléficos quando expostos inadequadamente.

Muitas são as vantagens resultantes desse tipo de técnica, confirma Schwengber; Schiedeck; Gonçalves (2007), como o encobrimento das plantas daninhas resultando no abafamento das mesmas, aproveitamento integral do chorume produzido a partir da decomposição dos resíduos, ao invés de contaminar o meio quando disposto inadequadamente. Em circunstâncias favoráveis, o composto laminar oferece um ambiente oportuno para o desenvolvimento da fauna edáfica, constituído por pequenos decompositores de matéria como minhocas, colêmbolos, ácaros, insetos, fungos, bactérias e actinomicetos.

Para Melo *et al.* (1997), a aplicação agronômica de resíduo orgânico para o manejo de agroecossistemas é viável quando realizado de forma adequada, devido a sua rica composição de matéria orgânica e nutrientes. Silva *et al.* (2000), destacam que embora estudos ligados a compostagem laminar no Brasil sejam realizados, ainda são incipientes, mesmo esta técnica sendo ambientalmente adequada para o tratamento de resíduos orgânicos.

2.3 Lei 12.305/2010 de resíduos sólidos

Salienta-se que a lei 12.305/2010 altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 e foi criada com objetivo de estabelecer uma política de gestão de RSU no Brasil, a qual se caracteriza por apresentar alterações relevantes às questões ambientais, modo de produção, economia, desenvolvimento, sustentabilidade e direito social, considerando princípios importantes previstos no art. 6º, que sugere a melhoria dos aspectos que envolvem prevenção e precaução; poluidor e protetor; visão sistêmica na gestão dos resíduos sólidos; cooperação entre as diferentes esferas; responsabilidade compartilhada; reutilização e reciclagem; redução do volume e da periculosidade dos resíduos. Neste sentido convém esclarecer que a referida Lei conceitua em seu Art 3º, Inciso XVI, que resíduo sólido é:

(...) material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível. (BRASIL, 2010).

Mesmo sendo considerada um avanço nos aspectos legais, a Lei de Resíduos Sólidos enfrenta inúmeros desafios para sair do papel. Ela determina o fim dos lixões a céu aberto e a implementação de relevantes mudanças na gestão dos resíduos que envolvem a coleta seletiva, a logística reversa e a disposição ambientalmente adequada do lixo. No entanto, tem avançado a passos muito lentos para seu efetivo cumprimento.

Partimos da leitura de que, dentre outros fatores, as dificuldades enfrentadas para implementação da PNRS, surgem de uma grande parcela de gestores públicos que não dispõem de assessoria minimamente capacitada para o desenvolvimento das ações. Por conta disso deixam de executar a lei por não saber a partir de onde iniciar e por achar que se trata de um

processo de custos elevados e de difícil transição. Dessa forma se faz necessária uma política de integração que envolva a comunidade acadêmica, estados, municípios, a sociedade em geral, o Ministério Público, dentre outros sujeitos sociais, orientados por uma ótica sistêmica e de proposições inovadoras que, neste âmbito, não se resume a cobrança de resultados mas, na consolidação de um processo participativo, sustentável, democrático e cidadão. (ABRAMPA/JUSBRASIL, 2016).

De acordo com a Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental -ABES (2004), a gestão de resíduos sólidos de uma cidade, requer muito mais do que a disposição ambientalmente correta, esta necessita de um aparato de medidas eficientes e que sejam financeiramente sustentáveis, cabendo ao município a garantia de investimentos de recursos em infraestrutura, manutenção e qualidade dos serviços prestados. É importante lembrar que a visão ampla olhada através das lentes dos gestores dessas cidades é primordial para o bom efeito da redução de lixo, que se faz a partir da agregação de valor a esses resíduos, promovendo menor o desperdício decorrente do consumo, diminuindo a probabilidade de criação de lixo passivo. Uma das formas mais viáveis de agregação de valor ao lixo é a reciclagem, que movimentada no Brasil cerca de R\$ 12 bilhões por ano.

Segundo a Lei 12.305/2010, no seu Art. 3º, Inciso XIV, o conceito de reciclagem se estabelece da seguinte forma:

processo de transformação dos resíduos sólidos que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos, observadas as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos competentes do Sisnama e, se couber, do SNVS e do Suasa (LEI, 12.305/2010).

Embora prescritas na referida Lei, as ações relacionadas a reciclagem de resíduos ainda são incipientes. O País deixa anualmente de somar R\$ 8 bilhões a mais no PIB por não reciclar em sua totalidade os seus resíduos.

2.4 Jambu (*Spilanthus acmella*)

O jambu (*Spilanthus acmella*) é uma hortaliça pertencente a família Asteraceae, nativa da região amazônica, clima tropical, herbácea perene, semi-ereta, de 20 – 40cm de altura, com ramos decumbentes, a raiz principal é pivotante, com abundantes ramificações laterais, possui inflorescências de porte pequeno e de cor amarelada, dispostas em capítulos, na região Norte o seu ciclo pode durar de 45-70 dias.

O consumo da espécie no estado do Pará é bastante apreciado, compondo pratos típicos regionais, como pato no tucupi e tacacá, sendo também utilizada em saladas. Por regiões brasileiras o jambu também é conhecido por agrião do Pará, agrião do Brasil, agrião do norte, jambuaçu, erva maluca, jaburama, botão de ouro, entre outros (Coutinho *et al.*, 2006). Além do seu consumo culinário, o jambu possui importância medicinal, por apresentar princípios ativos como óleo essencial, saponinas, espilantinas, afinina, filoesterina, colina, triterpenóides e, principalmente, o espilantol, que teve a estrutura desvendada por Yasuda *et al.* (1980). Além do mais possui propriedades utilizadas como base para a produção de produtos fármacos, como cosméticos anti-rugas e medicamentos fitoterápicos, sendo eficaz contra doenças da boca, garganta, bexiga e dores de dente.

As inflorescências quando mascadas provocam sensação de dormência e tremores nos lábios e na língua. Estudo realizado por Saraf & Dixit (2002) evidenciou que o espilantol apresenta grande atividade inseticida contra os mosquitos *Anopheles culicifacies* (Giles, 1910), *Culex quiquefasciatus* (Say, 1823) e *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762), citado por Martins *et al.*, (2012).

O jambu possui forte importância econômica na região Norte do país, principalmente para pequenos produtores dos municípios do estado do Pará, uma vez que essa hortaliça detém multivalores funcionais de consumo (condimentar, medicinal e ornamental), associados a elementos essenciais para formação de um sistema sustentável (Gusmão *et al.*, 2003).

A produção do jambu no estado do Pará é intensificada em diferentes datas comemorativas, em especial na época das festividades religiosas do tradicional Círio de Nazaré que ocorrem na segunda semana do mês de outubro e atraem cerca de 2 milhões de fiéis do Brasil e do mundo, momento o qual as comidas típicas são bastantes requisitadas. O jambu tornou-se uma hortaliça versátil estando presente em iguarias como pato, frango e peixe no tucupi; vatapá e tacacá; arroz, pastel e pizza à moda paraense; bombons regionais; e saladas diversas; além da versão de bebidas alcoólicas como licor e cachaça que fazem bastante sucesso por seu sabor exótico e marcante. Visando atender a esta demanda, os produtores tradicionais de hortaliças geralmente destinam metade da sua área de produção para o cultivo do jambu nessa época (HOMMA, *et al.*, 2011).

Este ano um fato novo proporcionou um aumento atípico no consumo do jambu, a partir de um chá milagroso da hortaliça que supostamente curaria o novo coronavírus, essa notícia que foi amplamente noticiada através de mídias sociais ocasionou uma grande procura pela planta. Porém, sabe-se que até o presente momento não se tem nenhum estudo científico que comprove a eficácia do chá do jambu para o tratamento e cura do Covid-19 (UFRA, 2020).

Tendo em vista as inúmeras utilidades do jambu, a hortaliça tem apresentado expressiva expansão em pesquisas científicas no Brasil e em alguns países configurando-se uma planta com possibilidades de atrair interesses da indústria farmacossmética mundial (HOMMA, *et al.*, 2011).

Resultados de estudos realizados com jambu na literatura com relação ao objetivo proposto nessa pesquisa são ainda incipientes e preliminares. Todavia, vem se observando uma notória expansão da área cultivada com essa cultura em todo o Brasil, atribuída ao surgimento de novas áreas produtivas em outros estados e até em outros países. O processo de patenteamento para novos produtos no exterior e uso na gastronomia nacional e internacional estão transformando o jambu em uma hortaliça promissora.

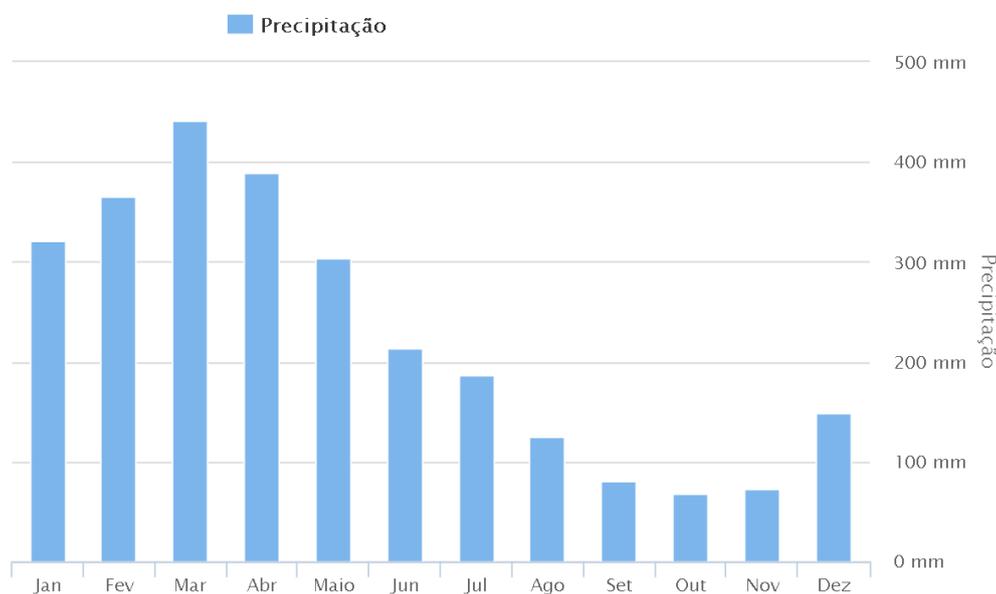
Segundo estudos (Gusmão *et al.* 2003), a hortaliça possui um expressivo valor nutricional, para cada 100 g das folhas contém cerca de 88,0 g de água, valor energético de aproximadamente 32,0 calorias, 1,9 g de proteínas, 0,3 g de lipídios, 7,2 g de carboidratos, 1,3 g de fibras, 1,6 g de cinzas, 162,0 mg de cálcio, 41 mg de fósforo, 4,0 mg de ferro, 0,03 mg de vitamina B 1 0,21 mg de vitamina B 2 , 1,0 mg de niacina e 20,0 mg de vitamina C.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Esta dissertação foi constituída por dois experimentos realizados no período de fevereiro a setembro de 2019. O primeiro avaliou características de um composto laminar ao longo do tempo e seu efeito sobre a fertilidade do solo. No segundo experimento, avaliou-se o desempenho do jambu cultivado em solo submetido a diferentes tempos de compostagem laminar. Ambos foram realizados no âmbito do sistema de produção adotado na Unidade Produção Familiar (UPF) do Sítio Tolú, conforme descrito na próxima seção.

3.1- Descrição do sistema de produção

O Sítio Agroecológico Tolú, residência da autora, está localizado a 5km da sede do município de Igarapé Açu, região nordeste do Pará. A região apresenta clima quente e úmido do tipo Am de acordo com a classificação de Koppen, com precipitações pluviométricas elevadas (média anual de 2.144 mm) que compensam uma estação seca compreendida entre os meses de julho e dezembro. A precipitação média mensal do ano de 2019, quando foram realizados os experimentos, está apresentada na Figura 1. A temperatura média é de 27,8 °C e a umidade relativa do ar é alta, com média anual de 85%. Os solos são, predominantemente, do tipo latossolo amarelo, havendo a ocorrência de lateritas bruno avermelhado (eutrófico e distrófico). A rede hidrográfica existente é rica e vascularizada, formada principalmente pelos rios Jambu-Açu, afluentes dos rios Marapanim, Maracanã e o Igarapé Açu. A economia municipal está assentada no setor primário onde se destacam os monocultivos de pimenta do reino e de dendê, dentre outras frutíferas (SILVA; SILVA, 2006).



Fonte: Climatempo, 2009.

Figura 1: Valores médios da precipitação pluviométrica observada em Igarapé Açu PA no ano de 2019.

A UPF apresenta uma área total de 26,6 hectares (ha), sendo que 10ha, são destinados para a produção orgânica de frutas e hortaliças distribuídas em sistemas diversificados de hortas protegidas em estufa e arranjos agroflorestais. A produção de hortaliças ocupa 1,0ha, sendo composta por 14 culturas, em sua maioria de ciclo curto, que obedecem a um escalonamento de produção no intuito de garantir a permanência das culturas durante o ano. Entre essas culturas estão: alface; couve; coentro; ora pro nobis; tomate cereja; mostarda; rúcula; jambu; pepino; maxixe; jiló; berinjela e almeirão. No local também se produz culturas perenes e anuais distribuídas na forma de consórcios que incluem culturas como banana, macaxeira, mamão, coco, limão, abacaxi, açaí, cupuaçu e pupunha, totalizando cerca de 9,0ha. A produção agrícola é a base de sustento da família e o excedente é comercializado em condomínios residenciais da capital do estado através de entregas domiciliares de cestas de produtos orgânicos.

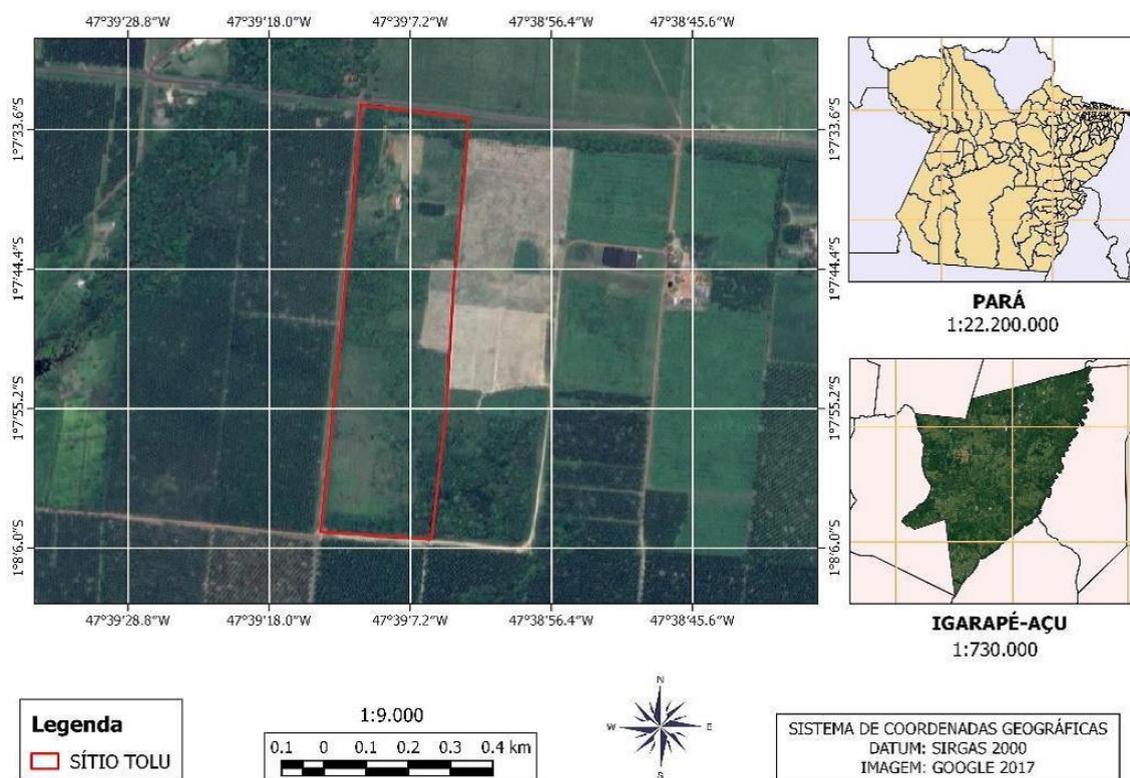


Figura 2: Mapa de localização do Sítio Agroecológico Tolú.

O sistema de irrigação é distribuído em quase toda área de produção, exceto na área da pupunha. A água utilizada na lavoura é proveniente de um poço artesiano localizado dentro da propriedade, bem próximo da área de cultivo. A adubação é realizada periodicamente de acordo com a necessidade da cultura, sendo baseada no conhecimento empírico e técnico dos proprietários no que diz respeito a essa necessidade. Utiliza em sua totalidade insumos obtidos a partir da compostagem de resíduos orgânicos provenientes do município, o que reduz em quase 100% a dependência de insumos agrícolas industrializados.

A propriedade conta com uma parceria firmada com um grupo de 11 geradores comerciais de resíduos orgânicos que realizam diariamente a destinação ambientalmente correta desses resíduos para a UPF. São materiais como casca de ovos e ovos não incubados, penas e vísceras de frango, caroços de açaí e resíduos de polpa de frutas, totalizando cerca de 8 toneladas mensais. Este material é reciclado a partir da técnica de compostagem laminar,

realizada diretamente na área agricultável, sendo as hortaliças as principais culturas beneficiadas.

De forma empírica, observa-se que esta técnica tem apresentado bons resultados na produção de frutas e hortaliças, estruturação do solo e controle de pragas e doenças, mas são necessários estudos científicos que comprovem a viabilidade técnica dessa atividade na unidade de produção familiar.

3.2 Experimento de Compostagem

3.2.1 Caracterização dos resíduos utilizados

A compostagem laminar avaliada neste experimento foi constituída pelas seguintes matérias primas:

1- Pena de frango

Procedência: resíduo proveniente de quatro abatedouros de frangos do município, os quais resultam em média cerca de 60 quilogramas diários de pena de frango fresca. A oferta de pena de frango para unidade ocorre ininterruptamente durante todos os dias do mês.

Teores médios de nutrientes e outros elementos: a pena de frango é rica em nitrogênio, que corresponde 15% da pluma, enxofre 2,57%, cloro 0,53%, fósforo 0,34% na forma de pentóxido, silício 0,22% na forma de ácido silícico, cálcio e óxido 0,10% (GANS, 2008) citado por Seawright, (2013).

2- Cinza de padaria

Procedência: matéria prima obtida de um empreendimento comercial localizado na sede do município, tendo em média 30 quilogramas de cinza semanalmente, resultado da queima de madeiras branca, caracterizada como material de baixo custo, provenientes de descartes, de caixas de feiras e de outras atividades madeireiras.

Teores médios de nutrientes e outros elementos: A cinza resultante da combustão de madeira corresponde a 26,4% de cálcio, 4,85% de potássio, 3,36% de fósforo, 2,7% de magnésio e 0,51% de nitrogênio (BRANDÃO *et al.*, 2007).

3- Carço de açaí

Procedência: tem origem de dezenas de empreendimentos do município, porém o controle fiscalizatório de destinação desse tipo de resíduo não segue a mesma rigidez por parte dos órgãos municipais responsáveis pela gestão de resíduos orgânicos gerados. Neste sentido, a destinação para unidade acaba sendo esporádica, tendo uma alta um pouco mais expressiva na safra do fruto que ocorre de agosto a novembro, resultando numa falta de controle quantitativo.

Teores médios de nutrientes e outros elementos: apresenta em sua composição química 1,10% de nitrogênio, 0,15% de fósforo, 0,48% de potássio, 0,05% de cálcio e 0,02% de magnésio (TEIXEIRA *et al.*, 2005).

3.2.2 Caracterização do processo de compostagem laminar

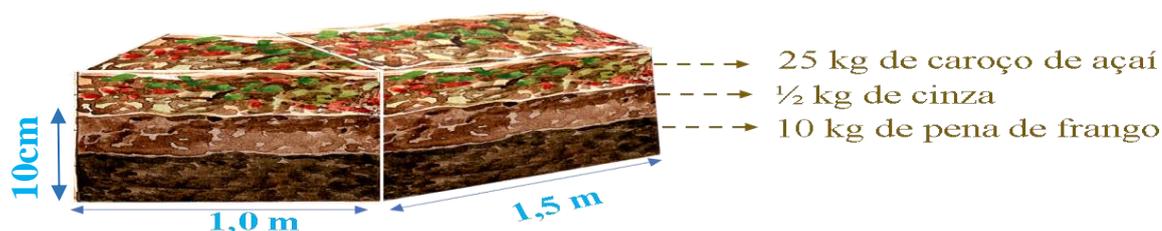
Este experimento foi realizado em parcelas constituídas por áreas de canteiro com 1,5m de comprimento, 1,0m de largura e 10cm de altura, visando avaliar diferentes tempos de compostagem.

Os canteiros foram montados por pilhas do composto laminar aplicado no local definitivo do experimento dentro de um cronograma com duração de 120 dias. Na montagem utilizou-se a ordem decrescente de tempo de 120, 60, 30 e zero dias com intuito de realizar o transplante das mudas de jambu em todos os canteiros em um único dia. Após a montagem do

primeiro canteiro (fevereiro), esperou-se sessenta dias para a montagem do segundo (abril), trinta dias depois o terceiro canteiro foi montado (maio), com mais trinta dias montou-se o quarto canteiro (junho), totalizando o tempo estabelecido pelo cronograma de montagem. Após a montagem, os canteiros foram mantidos a céu aberto até o final do experimento. Utilizou-se delineamento blocos ao caso com 4 tratamento e 4 repetições.

A compostagem laminar foi constituída por 3 camadas com proporções formuladas habitualmente utilizada na UPF, formadas por resíduos orgânicos dispostos de acordo com a seguinte ordem (Figura 3):

- Base da leira: 10 quilogramas de pena de frango;
- Segunda lâmina: ½ quilograma de cinza;
- Terceira lâmina: 25 quilogramas de caroço de açaí.



Fonte: elaborado pela autora.

Figura 3: Imagem ilustrativa da leira de compostagem laminar.

Para avaliar as características do composto laminar, no dia do transplântio das mudas de jambu foram coletadas amostras de composto em uma área de 1,0m x 1,5m no centro de cada parcela. As amostras foram acondicionadas em potes de 500ml, feitos de plástico de boa qualidade (resistente ao micro-ondas), vedados com filme plástico (Rolopack) e armazenados em freezer até o momento de seu preparo para as análises, quando foram divididas em duas sub amostras. Uma, para análise dos teores de nutrientes, foi acondicionada em saco de papel, seca em estufa (> 72 h, 65°C), e moída em moinho tipo Willey. A outra foi acondicionada em saco plástico e armazenada em freezer.

Foram avaliados pH, condutividade elétrica (CE), teores de C e N e relação C:N, e emissões potenciais de CO₂ e de NH₃, e os teores totais de N, Ca, Mg, P e K. As análises de pH foram realizadas em solução de água destilada (5:1 v/v) e a condutividade elétrica foi determinada no mesmo extrato aquoso obtido para a medição do pH, de acordo com o método descrito por BRASIL (2007). As emissões potenciais de CO₂ e de NH₃ foram quantificadas conforme metodologia descrita por Oliveira *et al.* (2014), modificada alterando-se a temperatura de incubação para 30 °C, ao invés dos 25 °C do método original. Os teores totais de C e de N foram determinados por meio de analisador elementar. Os teores totais de Ca, Mg, K e P foram determinados por meio de digestão da amostra, conforme o método descrito por Silva *et al.* (2009).

A análise estatística foi realizada por meio da aplicação inicial de teste de normalidade. A análise de variância foi realizada em delineamento blocos ao acaso com quatro tratamentos e quatro repetições. Quando o efeito dos tratamentos foi significativo ($p \leq 0,05$) foi realizado o teste para agrupamento de médias de Scott-Knott.

3.2.3 Avaliação do efeito da compostagem laminar sobre a fertilidade do solo.

Foram realizadas análises de fertilidade de solo nas parcelas que constituem o experimento de produção de jambu, sendo as amostras coletadas no local onde foram retiradas as amostras de composto e nas profundidades de 0-10cm, compatível com a profundidade do

sistema radicular do jambu. Foi incluído um tratamento testemunha constituído por amostras de solo coletadas em parcelas sem aplicação de compostagem laminar. Foram avaliados pH e teores de C, N, Al, Ca, Mg, P, K conforme metodologia descrita por Teixeira *et al.* (2017).

A análise estatística foi realizada por meio da aplicação inicial de teste de normalidade. A análise de variância foi realizada em delineamento blocos ao acaso com cinco tratamentos e quatro repetições. Quando o efeito dos tratamentos foi significativo ($p \leq 0,05$) foi realizado o teste de médias de Scott-Knott.

3.3 Avaliação da eficiência agronômica do jambu

Foi realizado um experimento visando avaliar o efeito da compostagem laminar e do tempo desta compostagem sobre o desempenho da cultura do jambu. Este experimento foi realizado em delineamento blocos ao acaso com 5 tratamentos e 4 repetições, avaliando-se os seguintes tratamentos:

- Testemunha: leiras sem compostagem laminar.
- T0: leiras com compostagem laminar com zero dias.
- T1: leiras com compostagem laminar com 30 dias.
- T2: leiras com compostagem laminar com 60 dias.
- T3: leiras com compostagem com 120 dias.

As sementes de jambu foram adquiridas com produtores da região, plantadas em sementeiras. Aos 40 dias após a germinação as mudas foram transplantadas manualmente para os canteiros correspondentes.

As mudas de jambu foram plantadas em um único dia em todos os canteiros, utilizando plantio solteiro e espaçamento de 25cm x 25cm x 25cm entre planta/planta/linhas, num total de doze mudas por leira. Durante o desenvolvimento da cultura, sempre que necessário, foi realizada a monda, técnica que consiste na retirada manual das plantas espontâneas. A irrigação foi realizada duas vezes ao dia, com o auxílio de mangueira, nos dias que não houve chuva. Após 60 dias do plantio das mudas, foi realizada a colheita do jambu, avaliando-se o desenvolvimento da hortaliça por meio das características peso fresco das plantas, número de inflorescências e comprimento da raiz.

Os dados obtidos foram inicialmente verificados em relação às suas normalidades e homocedasticidade, por meio dos testes de Shapiro-Wilk e Bartlett, respectivamente. As análises estatísticas foram realizadas por meio da análise de variância. Quando o efeito dos tratamentos foi significativo ($p \leq 0,05$) foi realizado o teste para agrupamento de médias de Scott-Knott.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Avaliação do composto

A maioria das características avaliadas apresentaram efeitos altamente significativos ($p < 0,01$), com exceções das características teores de C e de P, cujos efeitos dos tratamentos foram não significativos, conforme pode ser observado no Anexo 1a.

O pH do composto no tempo zero apresentou índices alcalinos semelhantes aos encontrados por Leal *et al.* (2011); Pedrosa *et al.* (2013), e queda linear até os primeiros 60 dias (figura 4). Por se tratar do processo em seu início o resultado do Tzero pode ter sido influenciado possivelmente pela utilização da cinza adicionada a mistura. No nordeste paraense a agricultura tradicional de derruba e queima possibilita efeitos iniciais de neutralização do pH do solo, através dos elementos adicionados a partir das cinzas, especialmente na camada superficial proporcionando resultados benéficos da calagem (Kato, 1998; Kato *et al.* 1999).

Cerri *et al.* (2008), recomenda que substâncias alcalinizantes como a cinza, não sejam adicionados a compostagem porque podem aumentar as perdas de nitrogênio, por volatilização de amônia. Mas, por outro lado a alcalinidade do composto pode ser considerado benéfica para correção de solos ácidos (PEREIRA NETO, 2007). Vasconcelos (2019), encontrou índices alcalinos no início da compostagem de diferentes proporções de vermiculita e farelo de algodão na produção de mudas de alface.

Quando são utilizadas combinações com pH próximos a neutralidade, o início da compostagem é submetido por uma queda sensível de pH, podendo variar de 5,5 a 6,0, devido à produção de ácidos orgânicos. Em casos de quedas mais bruscas abaixo de 5,0 a atividade microbológica pode ser comprometida, ao caso de T2 no período de 60 dias do processo onde o pH apresentou índices aproximados a 4,0 (FERNANDEZ; SILVA, 1996). De acordo com Kiehl (1998), pH abaixo de 6,0 indica composto em fase imatura do processo, portanto indicando fitotoxicidade.

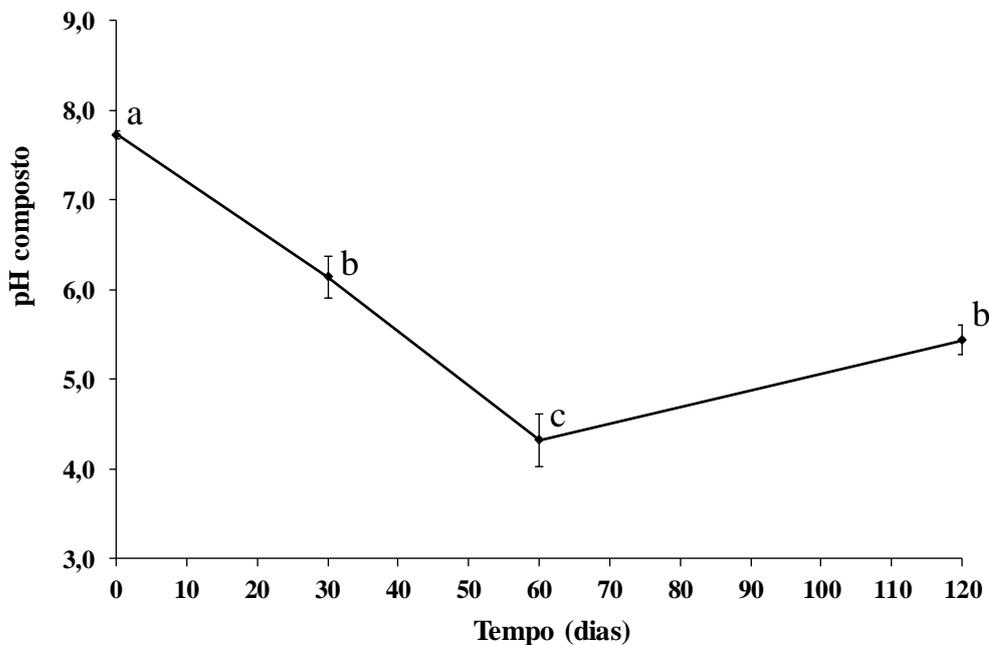


Figura 4: Valores de pH observados no composto laminar durante 120 dias. Média de 4 repetições + erro padrão

A condutividade elétrica do processo se apresentou oscilante, tendo no T-zero a média máxima de 350 $\mu\text{S}/\text{cm}$, apresentando queda constante nos 30 dias iniciais chegando a 168 $\mu\text{S}/\text{cm}$. No tempo de 60 dias de compostagem verificou-se um aumento da CE, apresentando uma média de 250 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e finalizando em 122 $\mu\text{S}/\text{cm}$ aos 120 dias (figura 5). Conforme Kiehl (2012), a redução da CE é esperada durante o processo de compostagem, sendo que essa redução não se deve à lixiviação de sais, mas sim a alterações nos teores iniciais de ácidos orgânicos. As médias alcançadas de CE para todos tratamentos da compostagem nesse estudo atenderam às recomendações de Silva *et al.* (2000) e Kiehl (2012), onde a CE do composto orgânico não deve exceder 400 $\mu\text{S}/\text{cm}$, diferentemente aos resultados praticados por Brito *et al* (2009) e Gomes (2012) expressos em valores elevados a este experimento.

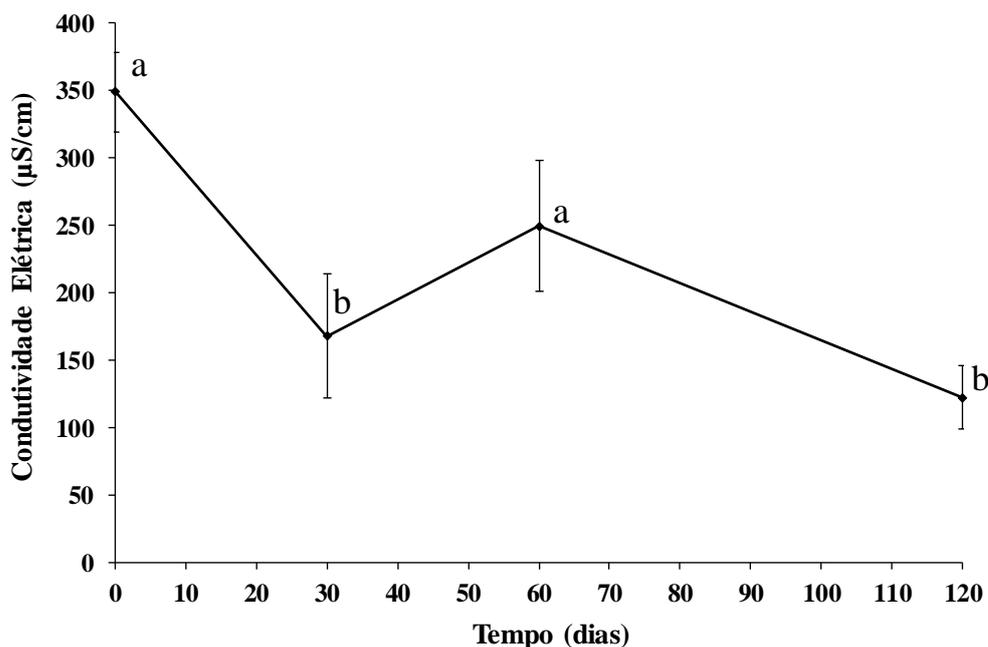


Figura 5: Valores de condutividade elétrica observados no composto laminar durante 120 dias. Média de 4 repetições + erro padrão.

As emissões de CO_2 demonstraram os maiores índices no início do processo e redução linear até o trigésimo dia de incubação, mantendo-se constante até o final do estudo (figura 6), resultado semelhante visto por Gomes (2011) em testes com compostos orgânicos formulados com diferentes resíduos agroindustriais e níveis de adição de vinhaça e, Rosa (2015) em avaliação de diferentes doses de aplicação de superfosfato simples no processo de compostagem sobre a volatilização de gases e seu potencial fertilizante. No processo inicial de compostagem predominam material de rápida decomposição microbológica, por essa razão a atividade (respiração aeróbia de microrganismos quimiorganotróficos) é mais intensa, com maior liberação de CO_2 e energia na forma de calor. A redução de CO_2 está associada a perda de C durante o processo, tendo reflexo direto com a relação C/N, Kiehl (2004); Cerri *et al.* (2008).

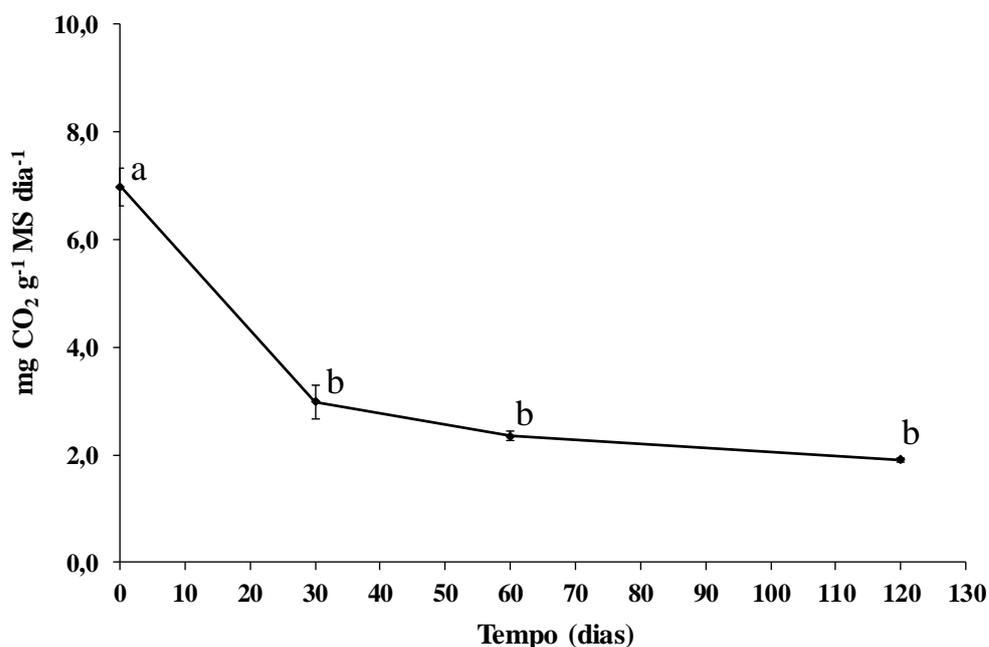


Figura 6: Emissões potenciais de CO₂ observadas durante a compostagem laminar. Média de 4 repetições + erro padrão.

A amônia está representada na figura 7, apresentou queda brusca nos primeiros 30 dias, tornando-se nula até o final dos 120 dias. O pH alcalino do início do processo associado à baixa relação C/N dos quatro tratamentos dos substratos acarretou perdas de N por volatilização de amônia (NH₃), conforme Gorgati (2001); Cerri *et al.* (2008); Valente *et al.* (2016). Em estudo com seis condicionadores adicionados em cama de aviário de casca de arroz avaliado por 42 dias, Do *et al.* (2005) obtiveram concentração de NH₃ zerada nas três primeiras semanas de experimento. No início do estudo desenvolvido por Santos (2016) ocorreu uma alta emissão NH₃, resultando em valores próximos de zero aos 30 dias de compostagem, em seguida zerando até ao final dos 120 dias de incubação.

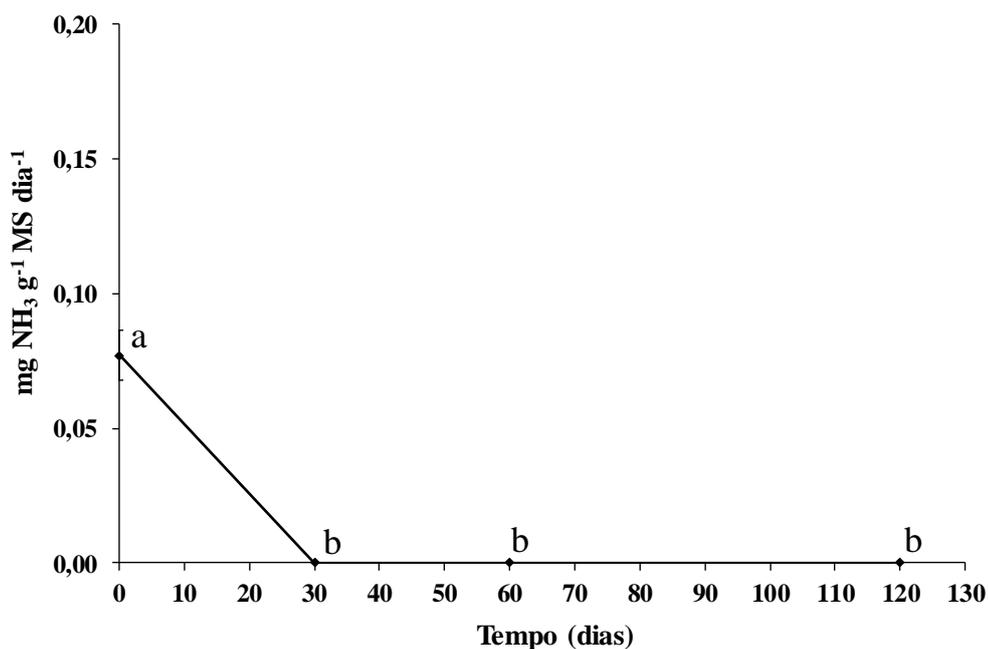


Figura 7: Emissões potenciais de NH₃ observadas durante a compostagem laminar. Média de 4 repetições + erro padrão.

O teor de carbono se manteve estável durante todo processo de compostagem, não diferenciando significativamente entre os tratamentos, resultado também praticado por Rodrigues *et al.* (2011); Santos *et al.* (2013) na caracterização química de compostos orgânicos. Os resultados referentes a C obtidos neste experimento apresentam valores bem acima aos encontrados por Silva *et al.* (2009) na avaliação de diferentes porções de substâncias húmicas de compostagem de resíduos vegetais (resíduos de unha de gato + esterco bovino; resíduos de casca sagrada + esterco bovino; resíduos de Ipê Roxo + esterco bovino; mistura de todos os materiais + esterco bovino) - (figura 8).

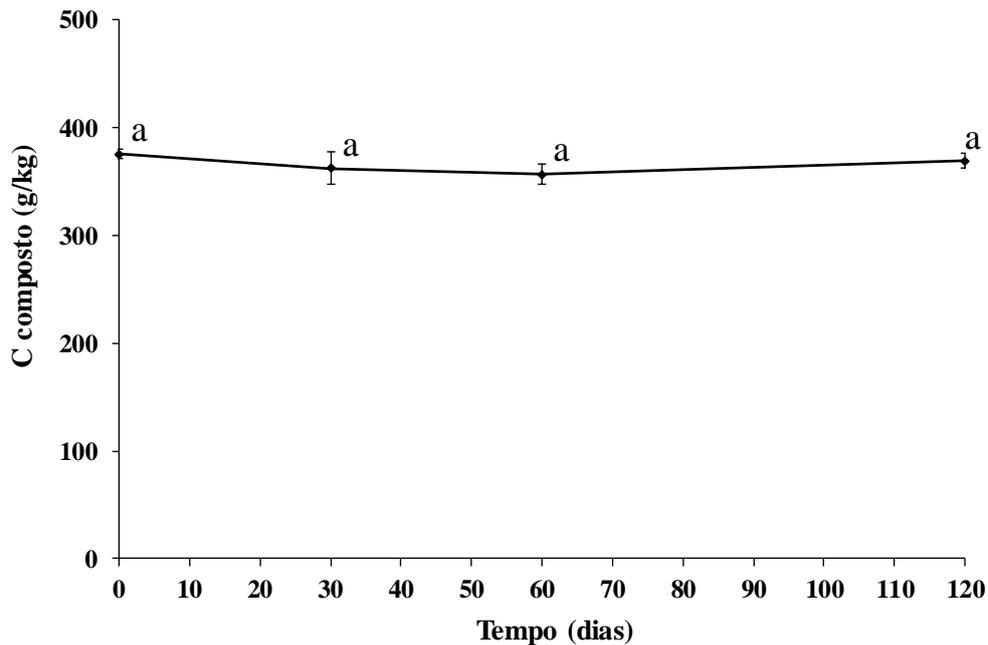


Figura 8: Teores de C observados no composto laminar durante 120 dias. Média de 4 repetições + erro padrão.

O nitrogênio apresentou menores teores no início e ao final do processo, em relação aos índices de 30 e 60 dias, sendo encontrados valores acima de 20 mg g^{-1} em todos os tratamentos (figura 9). A IN nº 61 (DOU-MAPA, 2020) estabelece que o teor de N nos fertilizantes e compostos orgânicos deve ser de pelo menos 0,5 % ou $5,0 \text{ g kg}^{-1}$. O aumento nos teores de N observado aos 30 e 60 dias pode ser resultante das perdas de carbono do substrato ao longo do processo, pois o aumento nas concentrações de nutrientes no composto pode ocorrer em decorrência da liberação CO_2 , resultado da degradação da matéria orgânica através dos microrganismos (SILVA, 2016). E a redução do teor de N observado aos 120 dias provavelmente foi devido à sua lixiviação.

Os resultados referentes à relação C/N estão representados na figura 10. Segundo Tejada (2001), elevados índices de pH registrados durante o processo de compostagem podem indicar maior disponibilidade de nitrogênio, confirmando a proporcionalidade da baixa relação C/N nos mesmos períodos, sendo Tzero com valores próximos a 16, corroborando com Vilela (2019) e, T3 ao final do processo de incubação com teores próximos a 14 também verificado por Wangen; Freitas (2010) em experimento de compostagem doméstica de resíduos sólidos orgânicos domiciliares, resultados inversos aos encontrados por Paiva *et al.*(2012); Sunada *et al.* (2015).

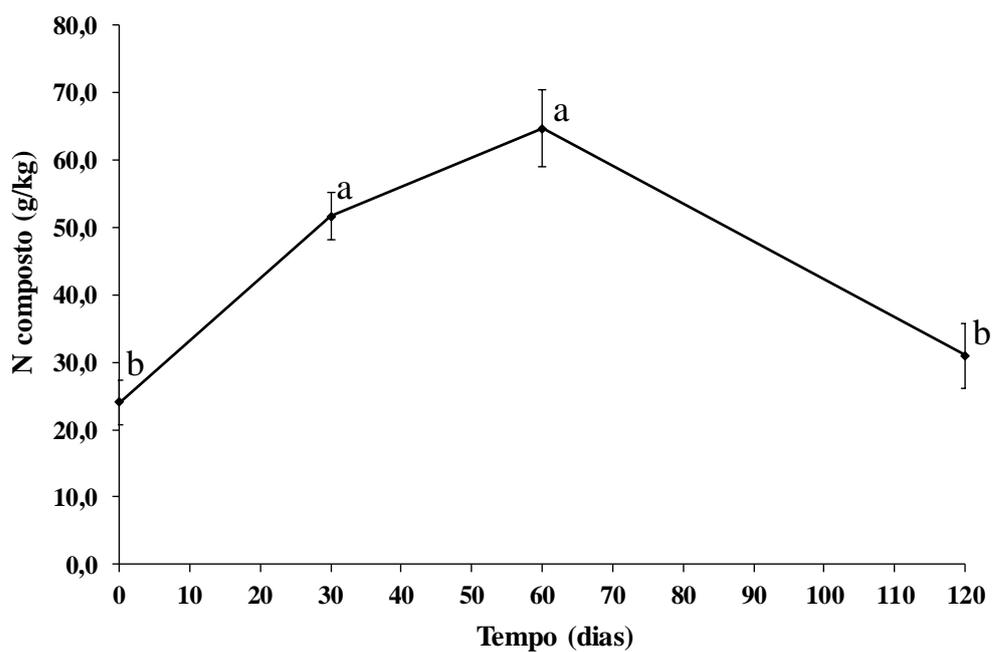


Figura 9: Teores de N observados no composto laminar durante 120 dias. Média de 4 repetições + erro padrão.

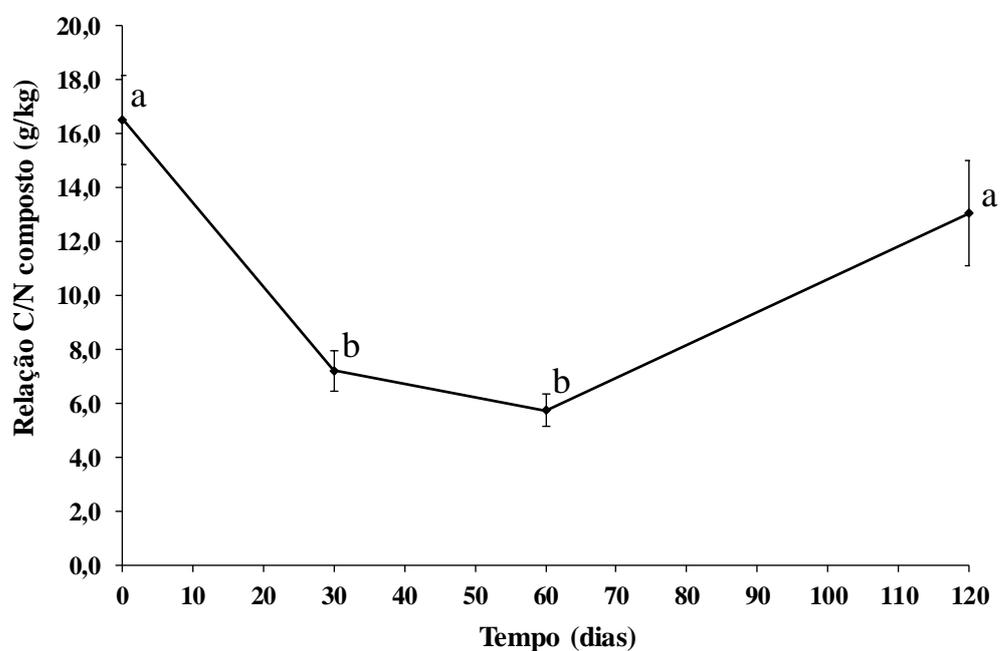


Figura 10: Valores de relação C/N observados no composto laminar durante 120 dias. Média de 4 repetições + erro padrão.

Na figura 11 são visualizados os valores de cálcio, variáveis de acordo com a oscilação do pH do composto, apresentando o menor índice aos 60 dias de compostagem (Ca 2,47g/kg), assim como os teores de magnésio no mesmo período, semelhante ao resultado observado por Valente *et al.* (2016) em estudo de diferentes proporções de resíduos da filetagem de pescado marinho e casca de arroz. Em experimento com compostagem de diferentes resíduos orgânicos de origem animal e vegetal desenvolvido por Rodrigues *et al.* (2017) foram encontrados valores de cálcio de até quatro vezes maiores que neste estudo.

Na figura 12 a maioria dos tratamentos referentes aos teores de Mg estiveram abaixo 1%, também observados por Resende *et al.* (2005); Rodrigues *et al.* (2017).

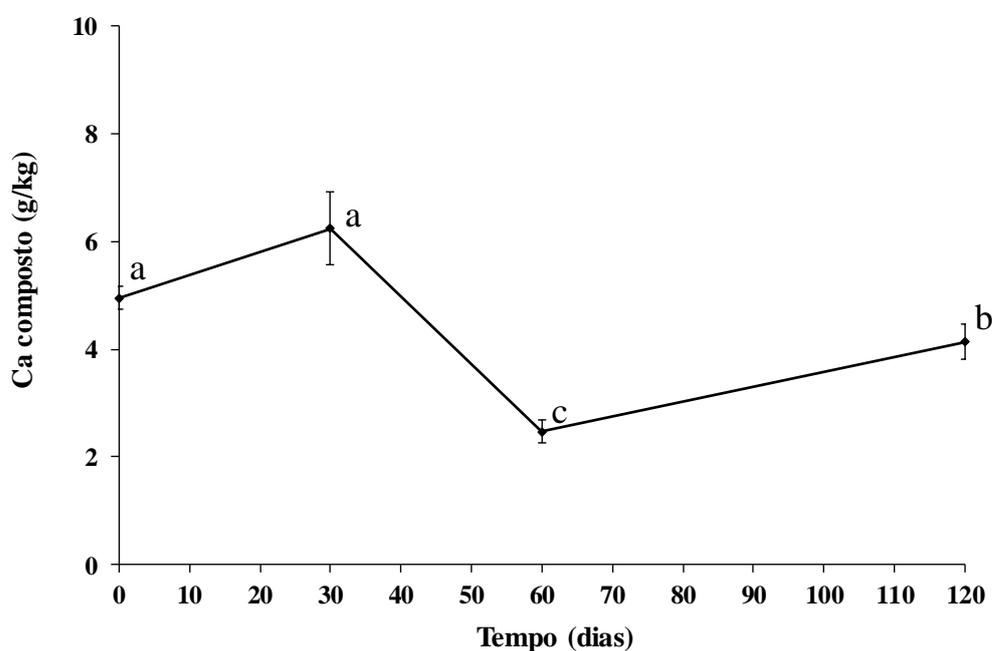


Figura 11: Teores de Ca observados no composto laminar durante 120 dias. Média de 4 repetições + erro padrão.

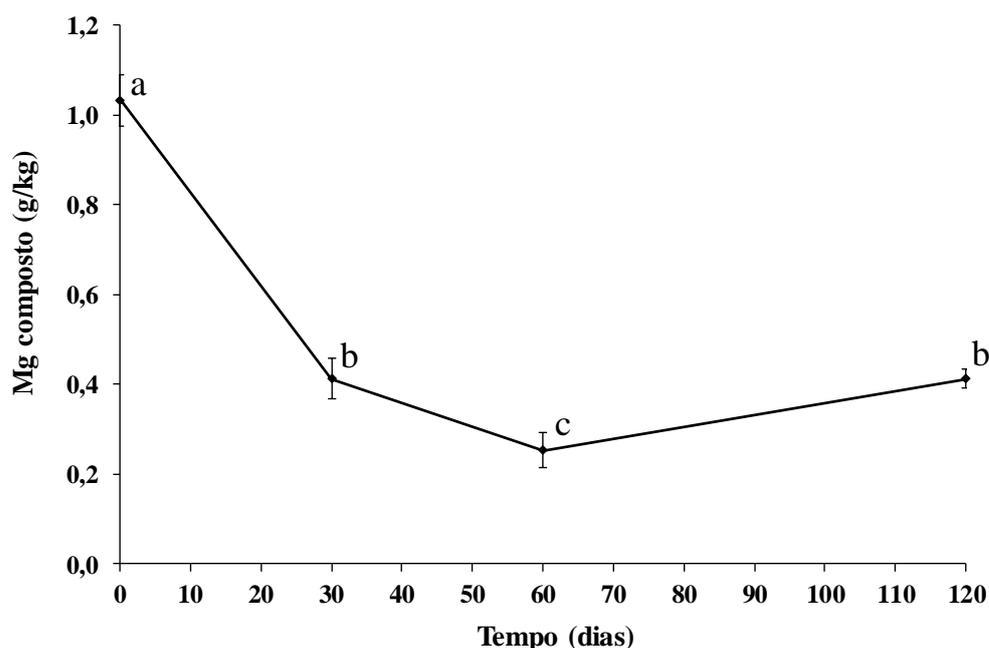


Figura 12: Teores de Mg observados no composto laminar durante 120 dias. Média de 4 repetições + erro padrão.

Os resultados referentes ao nível de fósforo do composto não variaram significativamente (figura 13), igualmente observado por Silva (2015) que testou diferentes proporções de resíduos urbanos. Para substratos com valor de pH superior a 7,0, é observado redução na disponibilidade de nutrientes, principalmente de fósforo, que age na formação e no adequado desenvolvimento do sistema radicular (SOUSA *et al.*, 2007; TAIZ; ZEIGER, 2013).

Tzero apresentou o maior índice de potássio (1,7g/kg) em relação aos demais tratamentos, com queda linear até os 30 dias, semelhantes aos encontrados por Reis (2005); Ramalho & Pires (2010) em experimento com resíduo de casca de café com pergaminho. T1, T2 e T3 mantiveram-se estáveis até o final do experimento não apresentando diferença significativa entre si, corroborando com Ferreira *et al.*, (2015), em experimento com cinza de madeira na adubação potássica alternativa para hortaliças orgânicas (figura 14).

O potássio é um nutriente de fácil liberação a partir de resíduos orgânicos dispostos sobre o solo. O tempo de retenção e saída de água das células dos resíduos de origem vegetal são determinantes para a liberação de potássio (ROSOLEM, *et al.*, 2003).

Devido ao local de realização do experimento apresentar elevada precipitação, com média anual de 2.144 mm, presume-se que o alto índice pluviométrico ocorrido durante o período estudado tenha possibilitado uma maior formação de chorume, acarretando no aumento de lixiviação do potássio entre outros nutrientes disponibilizados pelos materiais orgânicos em decomposição, reduzindo assim a concentração do composto final. Outrossim, o sistema de compostagem adotado apresenta maior susceptibilidade à lixiviação, pois o composto laminar fica exposto sobre o solo.

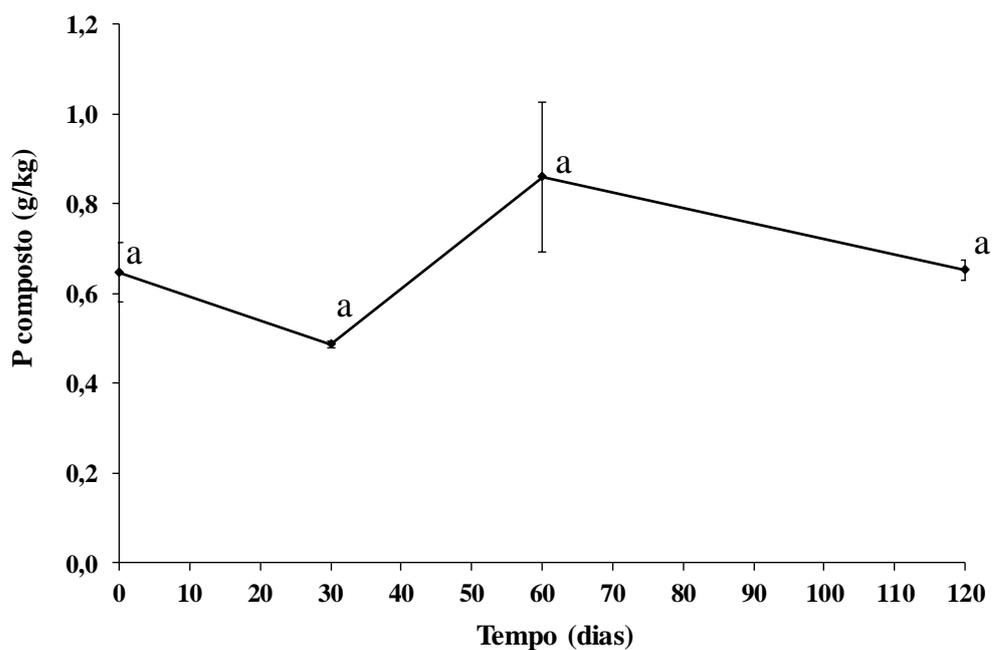


Figura 13: Teores de P observados no composto laminar durante 120 dias. Média de 4 repetições + erro padrão.

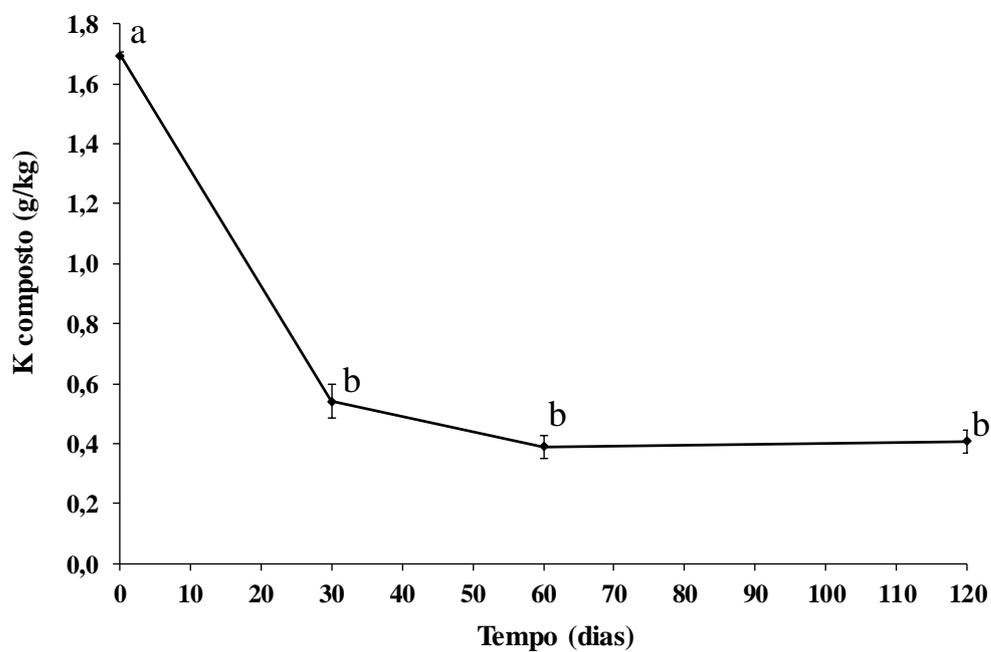


Figura 14: Teores de K observados no composto laminar durante 120 dias. Média de 4 repetições + erro padrão.

4.2 Avaliação da fertilidade do solo

A maioria das características avaliadas apresentaram efeitos altamente significativos ($p < 0,01$). As exceções foram as características teores de N e de P, que apresentaram níveis de significância próximos de 6,0 % ($p \sim 0,06$), conforme pode ser observado no Anexo 1b.

As amostras de solo apresentaram um elevado índice de acidez, mantendo-se abaixo 5,5 ao longo do experimento, chegando a 4,01 no tempo de 60 dias (figura 15), variação comum para a maioria dos solos da região bragantina que apresentam pH com intervalos entre 4,3 e 5,7 (Falesi *et al.* 1980).

Para (Kiehl, 1979) índices de pH abaixo de 5,0 poderá haver deficiência de nutrientes como cálcio, magnésio, fósforo ou toxidez de alumínio. Spricigo (2018) observou valores semelhantes ao avaliar em um experimento de zero a 120 dias os efeitos da aplicação de doses de fertilizante orgânico sobre os teores de pH do solo. Assim como, Araújo *et al.* (2011), realizando incorporação de proporções de esterco bovino e nitrogênio no solo.

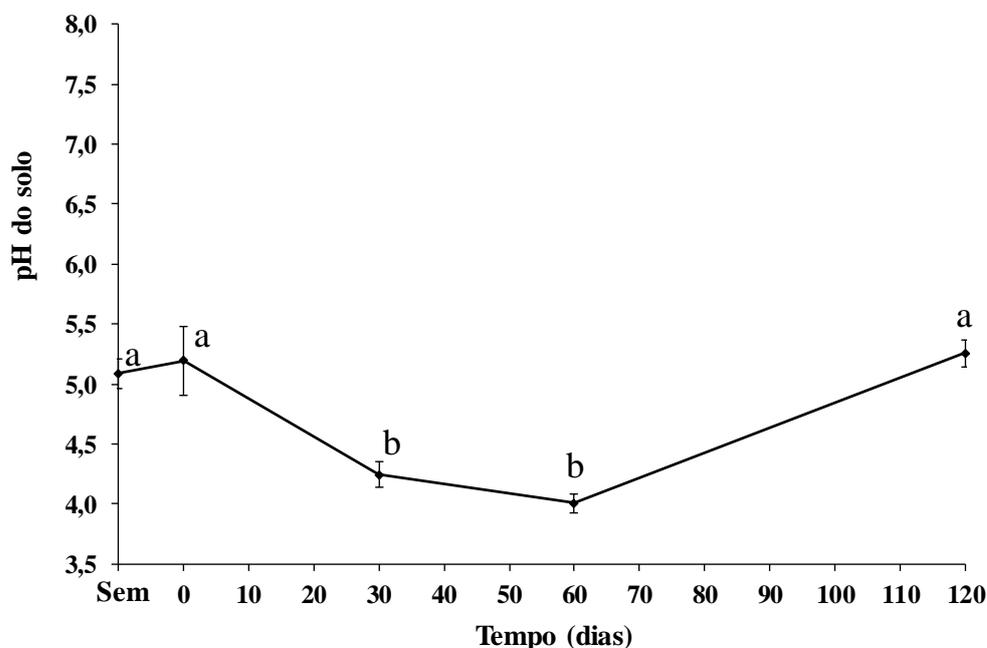


Figura 15: Valores de pH observados ao longo de 120 dias em solo que recebeu compostagem laminar. Média de 4 observações \pm erro médio.

O alumínio visualizado na figura 16, apresentou teores baixos no solo sem compostagem, Tzero e T3, não diferenciando significativamente entre os três tratamentos. T2 apresentou maior incremento de Al no decorrer do estudo, resultados inversamente proporcionais aos praticados por Reis (1998) em 180 dias de incubação de materiais orgânicos de diferentes procedências.

Para Monte Serrat *et al.* (2002), a obtenção de conhecimentos relacionados aos teores de alumínio presentes no solo trabalhado é de suma importância, pois para a maioria das

culturas esse elemento químico pode tornar-se tóxico, não sendo um nutriente benéfico aos vegetais. A presença do alumínio na análise do solo é um indicativo de que ele poderá afetar a produção das culturas, assim a acidez dos solos pode induzir a promoção de elementos tóxicos, como o alumínio, podendo causar a diminuição da presença de alguns nutrientes importantes para as plantas. A toxicidade do alumínio é observada em até pH 5,5, em solos com teores acima dessa faixa o Al encontra-se insolúvel (LEITE, 2010).

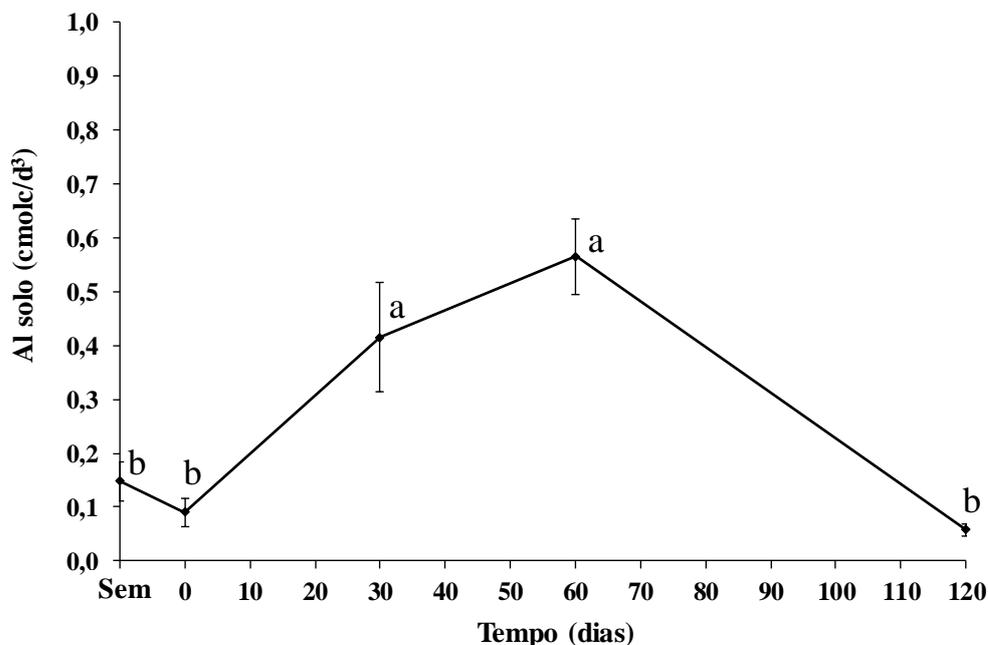


Figura 16: Teores de Al livre observados ao longo de 120 dias em solo que recebeu compostagem laminar. Média de 4 observações \pm erro médio.

O carbono apresentou teor máximo em Tzero (16,9 g/kg) não diferenciando significativamente do solo sem adição de compostagem laminar e, mínimo em T3 (11,2g/kg) visto na figura 17, corroborando com Abreu Junior *et al.*, (2002); Leite *et al.* (2003), estabilizando-se em suave queda a partir de 30 dias até o final do processo de incubação. Moura (2013), ao realizar experimento com compostagem laminar com restos culturais e esterco verificou médias de carbono semelhantes as deste estudo. Malta *et al.* (2019) verificaram teores de C mais elevados com máximas de 22,7 g/kg e mínima 14,9g/kg em experimento utilizando diferentes resíduos orgânicos.

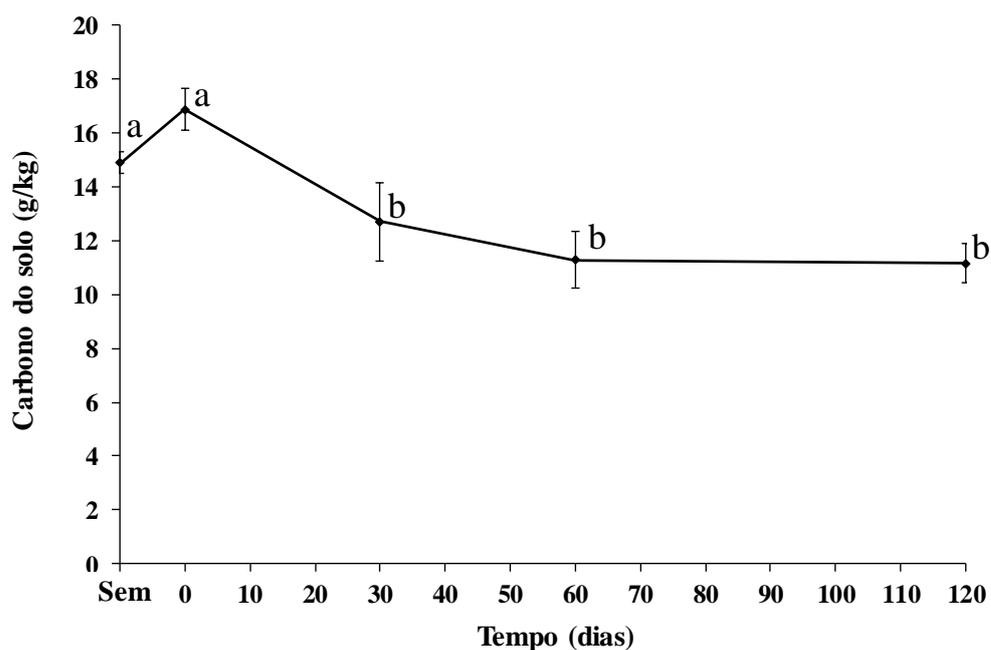


Figura 17: Teores de C observados ao longo de 120 dias em solo que recebeu compostagem laminar. Média de 4 observações \pm erro médio.

O nitrogênio apresentou máxima concentração no início da compostagem, obtendo ganho do elemento em Tzero e perdas em relação a testemunha, mantendo-se estável a partir do tempo de 30 dias não variando até o final do processo (figura 18), corroborando com Sorrenti *et al.* (2008) na avaliação do efeito de adubos orgânicos de diferentes origens, empregados como fontes de nitrogênio. Sempiterno; Fernandes (2010), registraram efeitos significativos nos teores de N com a aplicação de doses de composto orgânico estabilizado à base de resíduos de polpas de frutas.

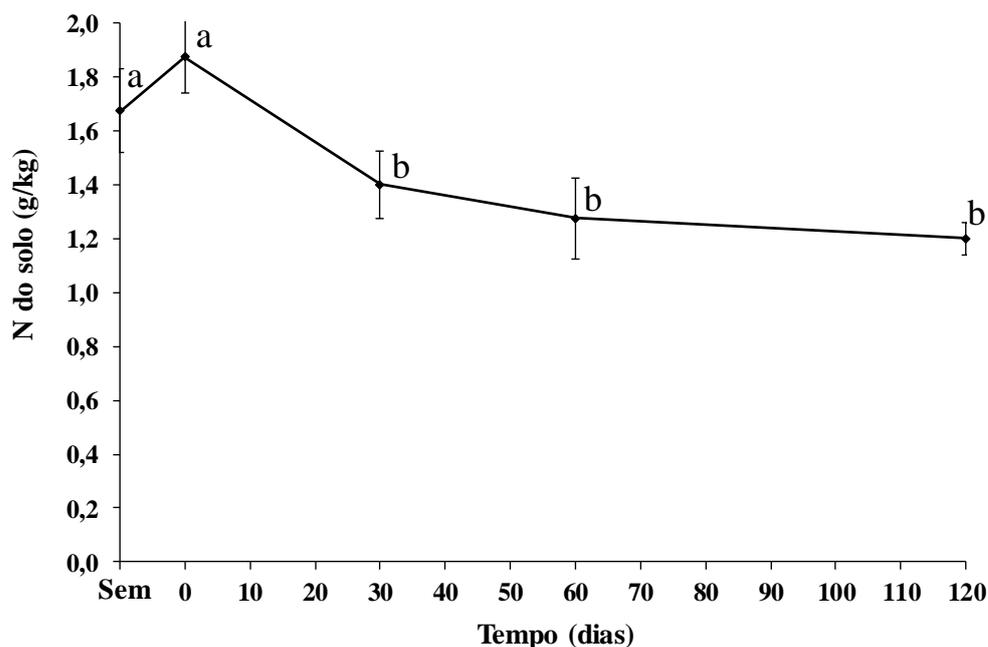


Figura 18: Teores de N observados ao longo de 120 dias em solo que recebeu compostagem laminar. Média de 4 observações \pm erro médio.

Os teores de cálcio, visualizados na figura 19, apresentaram os maiores índices no solo sem compostagem, Tzero e T3, inversamente proporcional a variação do alumínio em seus respectivos tempos, semelhantes aos observados por Santo; Lima; Carvalho (2002).

Silva (2015) encontrou valores menores de Ca em adubação orgânica de áreas degradadas oriundas da exploração mineral. Prado (2008) confirma que quando o solo apresenta teores elevados de cálcio, conseqüentemente os teores de alumínio estarão reduzidos. Correa *et al.* (2009), conferiram aumento no teor de cálcio do solo em estudo relacionado a aplicação da compostagem de carcaça de aves, obtendo resultados semelhantes aos com adição de adubos sintéticos industrializados. Confirmando a eficiência da adubação orgânica em garantir os mesmos rendimentos que a adubação química, associada a redução de custos financeiros.

Os resultados referentes ao magnésio foram variáveis apresentando níveis altos no solo no tempo zero acompanhados por queda linear do nutriente até o final do experimento, estabilizando-se a partir do trigésimo dia (figura 20). Dados inversamente proporcionais aos praticados por Yagi (2017) e semelhantes aos estudados por Araújo *et al.* (2011). O magnésio é o nutriente que está intrinsicamente ligado ao cálcio do solo, sendo que a relação mais comumente discutida pelos autores é a de 6:1, ou seja, é necessário que haja no solo seis vezes mais Ca do que Mg. (PRIMAVESI, 2002)

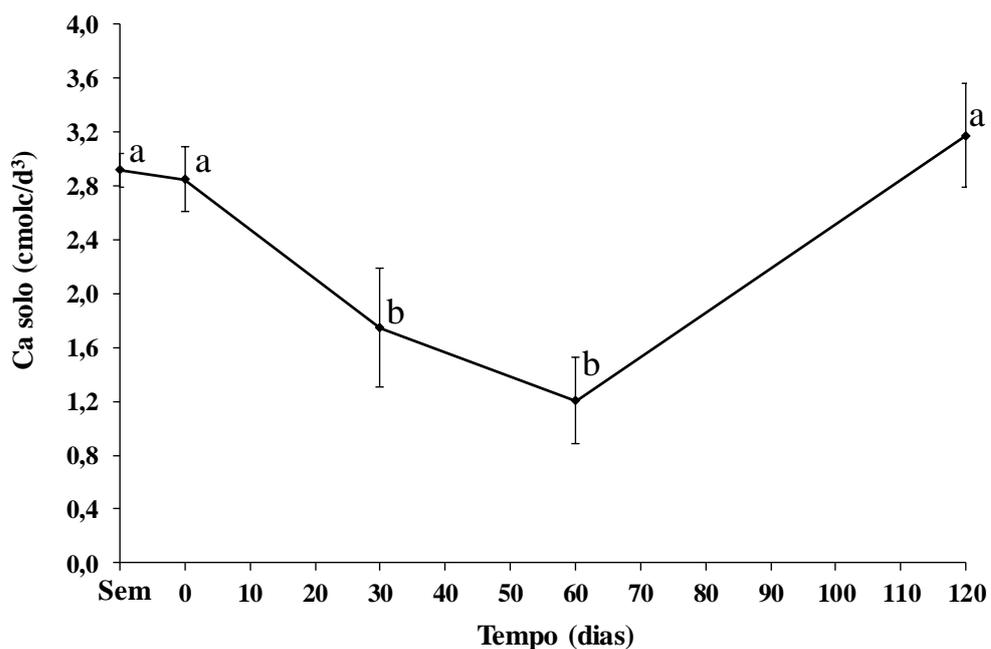


Figura 19: Teores disponíveis de Ca observados ao longo de 120 dias em solo que recebeu compostagem laminar. Média de 4 observações \pm erro médio.

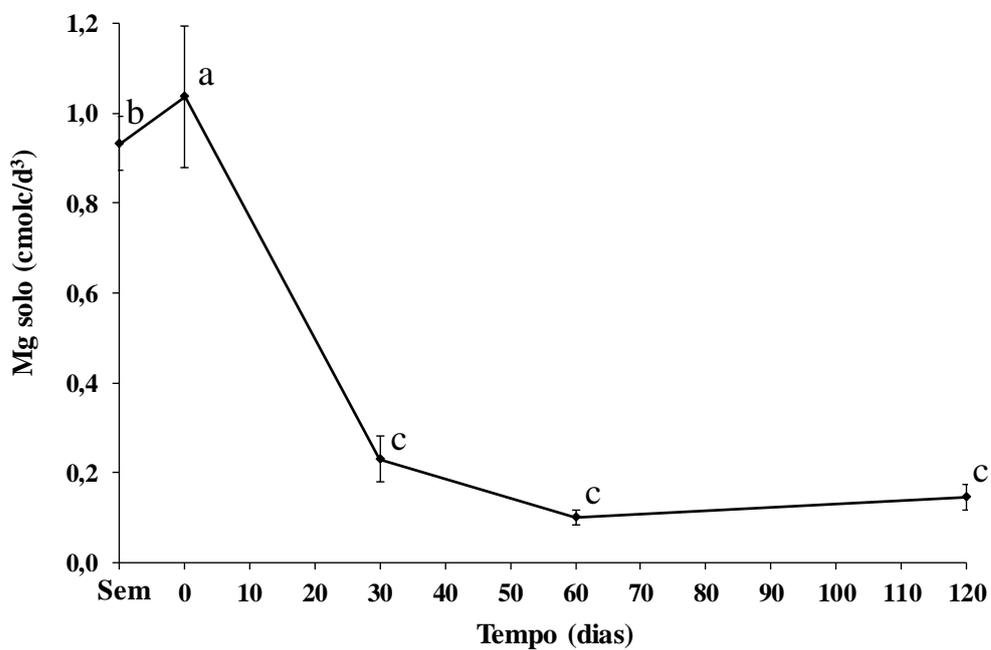


Figura 20: Teores disponíveis de Mg observados ao longo de 120 dias em solo que recebeu compostagem laminar. Média de 4 observações \pm erro médio.

Os valores referentes aos teores de fósforo no solo não variaram ao longo do experimento de acordo com Abreu Junior *et al.* (2002) na utilização de composto de lixo urbano em solos ácidos no município de Inranduba estado do Amazonas (figura 21). Resultados semelhantes aos de Silva (2010) ao avaliar a qualidade dos compostos a base de casca de mandioca e seus efeitos sobre a fertilidade e atividade microbiana do solo e, Yagi (2017) na avaliação da compostagem laminar utilizando doses de aveia-preta, ervilhaca peluda e cama de aviário.

Gama (2002), aborda questões ligadas a deficiência de fósforo nos solos amazônicos, apontando como principais causas os processos de retenção de P (adsorção e precipitação). No estudo o autor avaliou alterações ligadas aos teores de fósforo em áreas agrícolas submetidos a dois tipos de manejo de solo no município de Igarapé Açu PA. O experimento apontou o método de corte e trituração dos materiais vegetais como cobertura do solo mais eficiente ao método tradicional de corte e queima da vegetação, o qual não degradou a fertilidade do solo, diminuindo a capacidade de adsorção de fósforo e elevando P total.

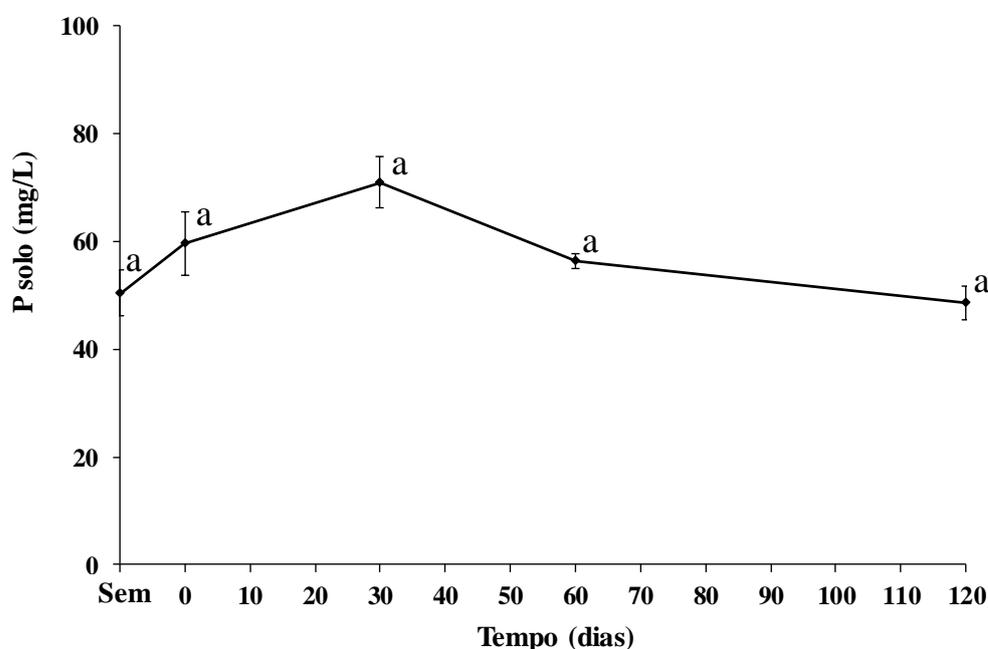


Figura 21: Teores disponíveis de P observados ao longo de 120 dias em solo que recebeu compostagem laminar. Média de 4 observações \pm erro médio.

No solo sem compostagem o potássio apresentou efeitos considerados favoráveis, porém obteve elevados níveis em Tzero, seguido de queda expressiva nos primeiros trinta dias mantendo-se estável até o final do processo (figura 22). Segundo Pereira (2009) cerca de 80% do K contido nos resíduos é liberado em menos de um mês. Ao contrário dos demais nutrientes, o K não faz parte da estrutura de nenhuma substância orgânica produzida pela planta ou presente no solo, e por isto é liberado rapidamente dos adubos orgânicos quando estes são aplicados ao solo. Isto pode ser uma vantagem, pois ele fica prontamente disponível para as plantas, mas também pode ser uma desvantagem, pois ele pode ser rapidamente lixiviado em locais com elevada precipitação pluviométrica, como é o caso do local do experimento.

Quaggio (2000) relata que níveis baixos de pH, como no caso deste experimento, possibilitam o aumento da lixiviação de K.

Os resultados deste estudo corroboram com Costa *et al.* (2016); Oliveira (2017), que observaram rápida liberação de K nos primeiros dias de decomposição, sugerindo que a lixiviação desse nutriente propicia a transferência de K para o solo.

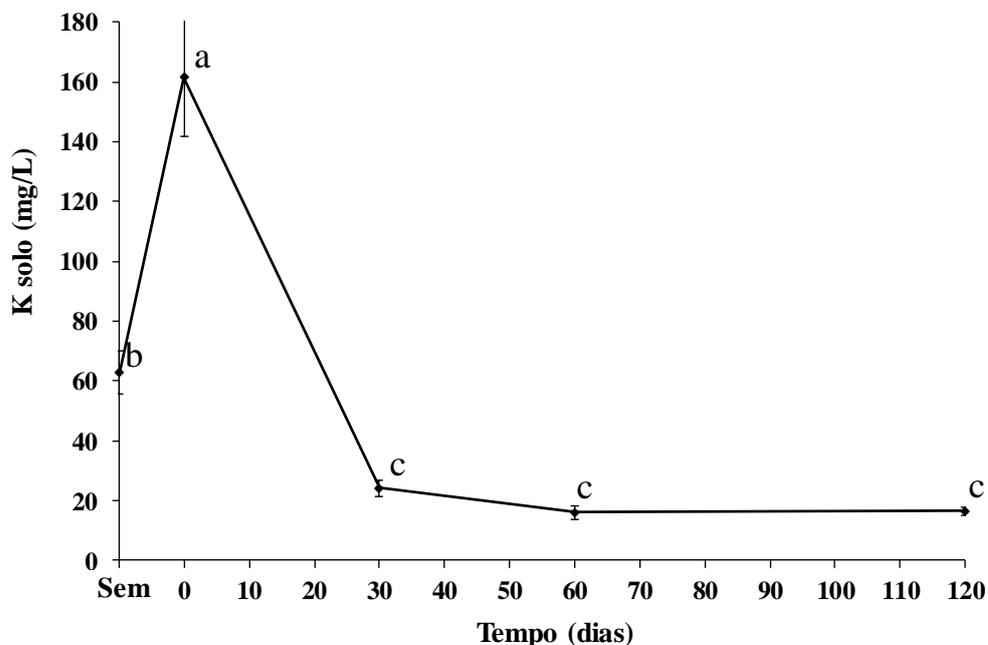


Figura 22: Teores disponíveis de K observados ao longo de 120 dias em solo que recebeu compostagem laminar. Média de 4 observações \pm erro médio.

4.3 Avaliação das plantas de jambu

As respostas para peso das plantas, número de inflorescências e comprimento da raiz das plantas de jambu cultivadas em compostos laminares com diferentes tempos de incubação foram altamente significativas ($p < 0,01$) – (tabela 1).

O tratamento com zero dias de incubação se destacou indicando as melhores condições de fertilidade do solo para a evolução do cultivo do jambu, o qual apresentou maior nível de pH, menor teor de Al e maiores teores de N, Mg e K, além do mais, apresentou maior peso de planta, maior número de inflorescências e maior comprimento de raiz. No período compreendido pela montagem das leiras do tratamento zero (junho), observou-se o menor índice pluviométrico dentro do cronograma de montagem, aproximadamente 200mm de chuva, cada vez menos frequente durante o desenvolvimento da cultura até a colheita da hortaliça (junho a setembro) descritos na figura 1, favorecendo o desfecho de T-zero. De modo geral, os resultados indicaram o importante papel da compostagem laminar visando reduzir ou eliminar efeitos prejudiciais da intensa precipitação pluviométrica sobre a fertilidade do solo, e assim, proporcionar o maior desenvolvimento da cultura.

O peso das plantas diminuiu progressivamente em função do tempo de incubação do composto, sendo que os tratamentos com 60 e 120 dias de compostagem apresentaram peso de planta semelhante ao tratamento sem aplicação de composto laminar. Borges *et al.* (2014), utilizaram adubação orgânica e mineral em seu experimento, obtendo maior peso fresco da

planta de jambu a partir da adubação mineral, por outro lado o peso das inflorescências não diferiu entre os dois tipos de adubação. Em estudo de caracterização do desenvolvimento de duas variedades de jambu, Farias *et al.* (2010), constataram melhor resultado em massa fresca com cultivo hidropônico quando comparado ao cultivo em solo com adubação orgânica + superfosfato triplo.

Tabela 1: Respostas de plantas de jambu cultivadas em canteiros contendo compostos laminares aplicados em diferentes tempos antes do transplântio das mudas.

	Peso das plantas ----- g -----	Número de inflorescências	Comprimento da raiz ----- cm -----
Sem composto	4,7 c	0,8 b	12,3 b
Zero dias	167,4 a	5,0 a	24,0 a
30 dias	43,2 b	4,8 a	25,4 a
60 dias	12,3 c	1,5 b	13,6 b
120 dias	8,0 c	1,4 b	17,9 b
CV%	39,12	57,88	22,85

Na variável comprimento das raízes o tratamento aos trinta dias de incubação apresentou melhor resultado, porém não diferiu significativamente do tratamento zero dias. Para todos os tratamentos com composto laminar, o sistema radicular do jambu apresentou em seu desenvolvimento maior expansão lateral nas leiras, alcançando superficialmente o solo na camada de 0-5cm de profundidade (figura 23). Lynch & Brown (2001) comparam sistemas radiculares laterais à um guarda-chuva aberto, os quais raízes basais são como a cobertura e a pivotante como o cabo, características gravitrópicas importantes que em resposta a disponibilidade de P contribuem para uma maior exploração de horizontes superficiais do solo, onde a ocorrência desse elemento é mais frequente.

O desenvolvimento das mudas de jambu acondicionadas nas leiras adubadas com o composto laminar não estabilizado não sofreu nenhum efeito prejudicial.

O tratamento testemunha indicou que sem o uso da compostagem laminar a produção do jambu torna-se muito reduzida, inviabilizando o seu cultivo nestas condições.



Figura 23:Desenvolvimento radicular da planta do jambu no experimento.
(A) parte mais escura - correspondente a leira com composto laminar.
(B) parte mais clara - correspondente ao solo.

4.4 Considerações finais e sugestões

A utilização de técnicas agrícolas como a compostagem laminar possibilita celeridade das atividades do campo, baixo custo de produção e diminuição do emprego de mão de obra.

O amplo consumo do jambu, a crescente expansão em pesquisas no Brasil e no mundo requer a utilização de insumos alternativos para produção da hortaliça que atenda a demanda da cultura.

5. CONCLUSÕES

- O aumento do tempo da compostagem laminar resultou na redução do teor de carbono e dos teores de N, Mg e K;
- As melhores condições de fertilidade do solo para o desenvolvimento do jambu, como maior pH, menor teor de Al e maiores teores de nutrientes, como N, Mg e K, favorecidos pelo menor índice pluviométrico, foram observadas no tempo zero da compostagem laminar;
- O jambu cultivado no tempo zero de compostagem laminar foi o tratamento que apresentou maior peso de planta, maior número de inflorescências e maior comprimento de raiz;
- O plantio das mudas de jambu em cima do composto laminar ainda não estabilizado não promoveu efeitos prejudiciais à cultura;
- Observou-se que sem o emprego da compostagem a produção do jambu é muito reduzida;
- A partir da reciclagem de resíduos localmente disponível é possível obter um composto laminar que atenda às necessidades nutricionais do sistema de cultivo de jambu orgânico, bem como, que promova a redução da dependência de insumos industrializados e a mitigação dos problemas gerados por resíduos orgânicos. Dentro destas perspectivas o estudo obteve resultados satisfatórios, sobretudo incremento a níveis elevados solo-planta.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRELPE - Associação Brasileira de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. 2018/2019.

ABES- Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2004. Disponível em : < <http://www.abes.locaweb.com.br> Acesso em 30 de Ago. 2019.

Associação Brasileira dos Membros do Ministério Público - ABRAMPA/JUSBRASIL, 2016. Disponível em: < <http://abrampa.jusbrasil.com.br/notícia>.

ABREU JUNIOR, C.H.; MURAOKA, T.; LOVORANTE, A.F.; ALVAREZ, V.F.C. **Condutividade elétrica, reação do solo e acidez potencial em solos adubados com composto de lixo**. R. Bras. Ci. Solo, 2000.

ABREU JUNIOR; MURAOKA, T.; OLIVEIRA, F. C. **Carbono, nitrogênio, fósforo e enxofre em solos tratados com composto de lixo urbano**. R. Bras. Ci. Solo, 26:769-780, 2002. Piracicaba SP.

ABREU, C. B.; BORGES, A. L. **Compostagem laminar em sistema orgânico de banana** 2005.

ANDRIOLI, I.; SACCHI, E.; NISHIDA, L.T.; CENTURION, J.F. **Efeito de modalidades de preparo e da aplicação de um composto orgânico nas propriedades físicas de um Latossolo Vermelho-Escuro textura média nas culturas de soja e milho**. In: congresso brasileiro de ciência do solo, 23, 1991, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1991.

ANJOS, J. L.; PORTELA, J.C.; CINTRA, F.L.D.; NUNES, M.U.C.; CURADO, F.F.; DINIZ, T.A.; SILVA, G.D. **Compostagem laminar e vermicompostagem em pomar de citros adultos nos Tabuleiros Costeiros de Sergipe**. Embrapa Tabuleiro Costeiro. Aracajú SE. 2015.

ARAÚJO, A.S.; SILVA, J.E.C.; SANTOS, A.C.; SILVA NETO, S.P.; DIM, V.P.; ALEXANDRINO, E. **Substituição de nitrogênio por esterco bovino na produtividade de forragem e qualidade do solo**. Rev. Bras. Saúde Prod. An., Salvador, v.12, n.4, p.852-866 out/dez, 2011.

BESEN, G. R.; GUNTHER, W.M.R.; RODRIGUES, A.C.; BRASIL, A.L. **Resíduos sólidos: vulnerabilidades e perspectivas**. In: Jacobi, P. R. et al. Gestão de r esíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade, 2011.

BORGES, L. S. GOTO, R. LIMA, G.P.P. **Índices morfo-fisiológicos e produtividade de cultivares de jambu influenciadas pela adubação orgânica e mineral**. Uberlândia, v. 30, n. 6, p. 1768-1778, Nov./Dec. 2014.

BRANDÃO, Z. N.; LIMA, R.L. S.; AZEVEDO, D.M.P.; FREIRE, E. C. **Adubação potássica do algodão por meio de cinza de madeira**. In: Congresso brasileiro do algodão, Uberlândia. Anais. Uberlândia. p. 1-7 1 CDROM Solos e nutrição de plantas. 2007.

BRASIL. **Gestão de Resíduos Orgânicos**. Ministério do Meio Ambiente. 2019.

BRASIL. **Lei Nº 12.305. 2010. Disponível:** http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 30/08/2019.

BRITO, L. M.; AMARO, A. L.; FERNANDES, A. S. **Efeito do arejamento no processo de compostagem da fração sólida do chorume de pecuária leiteira.** Rev. de Ciências Agrárias vol.32 no.1 Lisboa Jan. 2009.

CERRI, C.E.P.; OLIVEIRA, E.C.A.; SARTORI, R.H.; GARCEZ, T.B. **Compostagem.** Universidade de São Paulo escola superior de agricultura Luiz de Quieroz programa de pós-graduação em solos e nutrição de plantas. Piracicaba – SP. 2008.

CLIMATEMPO, 2019. Disponível em:>
<https://www.climatempo.com.br/climatologia/239/igarape-acu-pa>. Acesso: 28 out 2020.

CORREA, J.C.; BENTES, V.M.; REBELLATTO, A. **Uso dos Resíduos da Produção Animal como Fertilizante.** I Simpósio Internacional sobre Gerenciamento de Resíduos de Animais– Florianópolis, SC Brasil. 2009.

COSTA, C. H. M.; CRUSCIOL, C.A.C.; SORATTO, R.P.; FERRARI NETO, J.; MORO, E. **Nitrogen fertilization on palisadegrass: phytomass decomposition and nutrient release.** Pesquisa Agropecuária Tropical, v. 46, p. 159-168, 2016.

COSTA, C.A. CASALI, V.W.D.; RUIZ, H.A.; JORDÃO, C.P.; CECON, P.R. **Teor de metais pesados e produção de alface adubada com composto de lixo urbano.** Hortic. Bras., 2001.

COUTINHO, L.N.; APARECIDO, C.C.; FIGUEREDO, M.B. **Galhas e deformações em Jambu (*Spilanthes oleraceae* L.) causadas por *Tecaphora spilanthis* (Ustilaginales).** Summa Phytopathology, v.32, n.3, p.283-5, 2006. Botucatu. Disponível em: Acesso em: 25 Jul 2019.

DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO-DOU. INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 61, de 8 de julho de 2020. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento/Secretaria de Defesa Agropecuária. Publicado em: 15/07/2020 | Edição: 134 | Seção: 1 | Página: 5.

DO, J. C.; CHOI, I. H.; NAHM, K. H. **Effects of chemically amended litter on broiler performances, atmospheric ammonia concentration, and phosphorus solubility in litter.** J Poultry Science, 2005, 84: 679-686.

FARIAS V.D.S. Moreira, S.D.; Gomes, R.F.; Silva, J.P.; Souza, G.T.; Gusmão, S.A.L. **Rendimento de variedades de jambu (*Acmella oleracea*) conduzidas em solo e hidroponia NFT.** 2010. Horticultura Brasileira 28: S260-S267. 2010.

FALESI, Í.C.; BAENA, A.R.C.; DUTRA, S. **Consequências da exploração agropecuária sobre as condições físicas e químicas dos solos das microrregiões do Nordeste paraense.** Belém, EMBRAPA/CPATU. 49pp. (EMBRAPA/CPATU. Boletim de Pesquisa, 14). 1980.

FERNANDEZ, F.; SILVA, S.M.C.P. **Manual prático para a compostagem de bio-sólidos, PROSAB - Programa de Pesquisa em Saneamento Básico da Universidade Estadual de Londrina.** Londrina PR. 1996.

FERREIRA A.M.; SANTOS, V.B.; MARINHO, B.S.; LAZO, R.A.; FERRAZ JUNIOR, A.S.L.; ARAÚJO, A.M.S. **Alternativa para adubação potássica de hortaliças no manejo**

orgânico em solo de baixa fertilidade natural do trópico úmido. In: XXXV Congresso Brasileiro de Ciências do Solos. Natal RN. 2015.

GAMA, M.A.P. **Dinâmica do fósforo em solo submetido a sistemas de preparo alternativos ao de corte e queima no nordeste paraense.** 2002. 95 f. Tese (Doutorado em agronomia) Escola Superior Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo. 2002.

GANS. **Chemical Analysis.** Viena Áustria, 2008. [www.http://:gans.at/en/pdf/2.4 Chemical Analysis](http://www.gans.at/en/pdf/2.4_Chemical_Analysis). In: SEAWRIGHT, R. A. Pena de frango: estudo das características física das fibras têxteis, 2013. 80p. Dissertação (Mestrado) Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2013.

GENTIL, R. M. SERRA, J. C. V.; CASTRO, R. B. **Resíduos sólidos orgânicos provenientes da extração de oleaginosas para biodiesel e seus potenciais de uso,** 2012.

GOMES, T.C.A. **Reciclagem de vinhaça por meio do processo da compostagem** – Aracaju : Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2012. 40 p. (Boletim de Pesquisa / Embrapa Tabuleiros Costeiros, ISSN 16781961; 74). Disponível em: http://www.cpatc.embrapa.br/publicacoes_2012/bp_74.pdf

GOMES, T.C.A. **Resíduos orgânicos no processo de compostagem e sua influência sobre a matéria orgânica do solo em cultivo de cana-de-açúcar.** 2011. 117 f. Tese (Doutorado Ciência do Solo para obtenção do título Doctor Scientiae) Universidade Federal Rural de Pernambuco. 2011.

GORGATI, C.Q. **Resíduos sólidos urbanos em área de proteção aos mananciais - município de São Lourenço da Serra - SP: compostagem e impacto ambiental.** 2001. xiii, 75 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas, 2001. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/101902>>.

GUSMÃO S. A. L.; GUSMÃO M. T. A.; SILVESTRE W. V. D.; LOPES P. R. A. **Caracterização do cultivo de Jambu nas áreas produtoras que abastecem a grande Belém.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 49, 2009, Águas de Lindóia. Resumos... Águas de Lindóia: CBO, 2009. Versão eletrônica.

HOMMA, A. K. O. Sanches, R.S.; Menezes, A.J.E.A.; Gusmão, S.A.L. **Etnocultivo do jambu para abastecimento da cidade de Belém, estado do Pará.** Amazônia: Ci. & Desenv., Belém, v. 6, n. 12, jan./jun. 2011.

JUNKES, M. B. **Procedimentos para aproveitamento de resíduos sólidos urbanos em municípios de pequeno porte,** 2002. 16p. Dissertação (Mestrado Engenharia de Produção) – Florianópolis UFSC.

KATO, M.S.A. **Fire-free land preparation as an alternative to slash-and-burn agriculture in the bragantina region, eastern Amazon: Crop performance and phosphorus dynamics.** Doctoral dissertation. University Göttingen, 144 p. 1988.

KATO, M.S.A., KATO, O.R., DENICH, M., VLEK, P.L.G. **Fire-free alternatives to slashand-burn for shifting cultivation in the eastern Amazon region: the role of fertilizers.** *Field Crops Research.* v. 62, p. 225-237. 1999.

- KATO, O.; KATO, M.S.; SÁ, T.A.; FIGUEREDO, R. **Plantio direto na capoeira**. Ciência e Ambiente. Santa Maria – RS. n.29, p. 99-111, 2004.
- KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1985.
- KIEHL, E. J. **Manual de Compostagem: maturação e qualidade do composto**. Editado pelo autor. Piracicaba, 1998.
- KIEHL, E. J. **Manual de edafologia**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1979. 262p.
- KIEHL, E. J. **Manual de Compostagem: maturação e qualidade do composto**. 4ª Edição. Piracicaba, 2004.
- LEAL, M. A. A. **Produção e eficiência agronômica de compostos obtidos com palhada de gramínea e leguminosa para o cultivo de hortaliças orgânicas**. 2006. 133 f. Tese (Doutorado em Ciência em Agronomia) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.
- LEAL, M. A. A.; GUERRA, J.G.M.; ESPINDOLA, J.A.A.; ARAÚJO, E.S. **Compostagem de misturas de capim-elefante e torta de mamona com diferentes relações C:N**. Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental. Campina Grande PB. 2011.
- LEITE D.C. **Análise de macro e micronutrientes e estudo comparativo de solo inerte para processo de biorremediação**. Trabalho de conclusão de curso. Centro Universitário La Salle-Unilasalle. Canoas RS. 2010.
- LEITE L. F. C.; MENDONÇA, E.S.; NEVES, J.C.L.; MACHADO, P.L.O.A.; GALVÃO, J.C.C. **Estoques totais de carbono orgânico e seus compartimentos em argissolo sob floresta e sob milho cultivado com adubação mineral e orgânica**. Rev. Bras. Ciênc. Solo vol.27 no.5 Viçosa Sept./Oct. 2003
- LOUREIRO, D. C.; SANTOS, G. M.; MAX, T. P., **Compostagem e vermicompostagem de resíduos domiciliares com esterco bovino para a produção de insumo orgânico**. Pesq. agropec. bras., Brasília, v.42, n.7, p.1043-1048, 2007.
- LYNCH, J.P., BROWN, K.M. **Topsoil forrageamento – uma adaptação arquitetônica das plantas para baixa disponibilidade de fósforo**. *Planta e Solo* 237, 225-237 (2001). <https://doi.org/10.1023/A:1013324727040>
- MARTINS, C.P.S. MELO, M.T.P.; HONÓRIO, I.C.G.; D’ÁVILA, V.A.; CARVALHO JÚNIOR, W.G.O. **Caracterização morfológica e agronômica de acessos de jambu (*Spilanthes oleracea* L.) nas condições do Norte de Minas Gerais**. Revista Brasileira de Plantas Mediciniais vol.14 no.2 Botucatu. 2012. <https://doi.org/10.1590/S1516-05722012000200023>.
- MALTA, A.O.; PEREIRA, W.E.; TORRES, M.N.M.; MALTA, A.O.; SILVA, E.S.; SILVA, S.I.A. **Atributos físicos e químicos do solo cultivado com gravioleira, sob adubação orgânica e mineral**. Revista PesquisAgro Confresa-MT. Volume 2. Número 1. Janeiro/Junho 2019.
- MAZUR, N.; SANTOS, G.A.; VELLOSO, A.C.X. **Efeito do composto de resíduo urbano na disponibilidade de fósforo em solo ácido**. R. Bras. Ci. Solo, 1983.
- MELO, W.J.; MARQUES, M.O.; SILVA, F.C.; BOARETTO, A.E. **Uso de resíduos sólidos urbanos na agricultura e impactos ambientais**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE

CIÊNCIA DO SOLO, 1997. Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: EMBRAPA/SBCS, 1997. 1 CD-ROM.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. **Manual para implantação de compostagem e de coleta seletiva no âmbito de consórcios públicos.** Brasília – DF. 2010.

MONTE SERRAT, B.; LIMA, M.R.; GARCIAS, C.E.; FANTIN, E.R.; CARNIERI, I.M.R.S.A.; PINTO, L.S. **Conhecendo o solo** - Curitiba: UFPR/Setor de Ciências Agrárias/ Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, 2002. 27 p.: il.

MONTEIRO, J. I. L. P. **Produção, utilização e comercialização do composto orgânico derivado do lixo domiciliar urbano.** s.n.t. 8p. Trabalho apresentado no 1 Encontro Técnico Sobre o Aproveitamento de Comercialização de Produtos Agrícolas, 1981.

MOURA, J.A. **Dinâmica da matéria orgânica em solo tratado com resíduos orgânicos dos Tabuleiros Costeiros do Estado de Sergipe.** 2013. 104F. Dissertação (Mestrado em Agrossistemas). Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão SE. 2013.

NUNES, M. U. C. SANTOS, J. R. **Alternativas tecnológicas para o aproveitamento de resíduos de coqueiro gigante para produção de adubo orgânico; compostagem e outras.** In: CINTRA, F.L.D, FONTES, H.R.; PASSOS, E.E.M.; FERREIRA, J.M.S. **Fundamentos tecnológicos para revitalização das áreas cultivadas com coqueiro gigante no Nordeste do Brasil.** Aracaju. Embrapa Tabuleiros, 2009.

OLIVEIRA, L.S. **Decomposição de resíduos orgânicos e liberação de nutrientes sobre o solo.** 2017. 49f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo. Área de concentração: Manejo Sustentável do Solo e da Água e Matéria Orgânica do Solo.). Universidade Federal do Ceará. Fortaleza CE. 2017.

PAIVA, E.C. MATOS, A.T.; AZEVEDO, M.A.; BARROS, R.T.P.; COSTA, T.D.R. **Avaliação da compostagem de carcaças de frango pelos métodos da composteira e de leiras estáticas aeradas.** Eng. Agríc., Jaboticabal, v.32, n.5, p.961-970, set./out. 2012.

PEDROSA, T.D.; FARIAS, C.A.S.; PEREIRA, R.A.; FARIAS, E.T.R. **Monitoramento dos parâmetros físico-químicos na compostagem de resíduos agroindustriais.** Nativa, Sinop, v. 01, n. 01, p. 44-48, out./dez. 2013.

PEREIRA, H.S. **Fósforo e potássio exigem manejos diferenciados.** Visão Agrícola nº 9. Universidade Federal de Goiás. 2009.

PEREIRA, NETO, J. T. **Manual de Compostagem: Processo de baixo custo.** Viçosa: UFV, 2007. 81 p.

PRADO, R.M. **Nutrição de plantas.** São Paulo. Editora Unesp, 2008. 407p.

QUAGGIO, J.A. **Acidez e calagem em solos tropicais.** Campinas, Instituto Agronômico de Campinas, 2000.

RAMALHO, A.M.; PIRES, A.M.M. **Fontes alternativas de potássio em agricultura orgânica.** In: CONGRESSO INTERINSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 2., 2008, Campinas. Anais... Campinas: IAC: ITAL: APTA; Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2010. 1 CD-ROM.

- REIS, M.F.P. **Avaliação do processo de compostagem de resíduos sólidos urbanos**. 2005. 219 f. Tese (Doutorado em engenharia de recursos hídricos e saneamento ambiental) Universidade Federal Rural do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2005.
- REIS, T.C. **Variação da acidez do solo em resposta a adição de materiais orgânicos**. 1998. 64f. Dissertação (Mestrado em Agronomia. Área de concentração: Solo e nutrição de planta). Universidade de São Paulo. Piracicaba SP. 1998.
- RESENDE, A.A.P. **Estudo e avaliação de um processo de reciclagem e compostagem dos resíduos sólidos urbanos**. 151p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Belo Horizonte, UFMG. 1991.
- RESENDE, F. A. de; LIMA, J. S.; CAMBUÍ, R. A. P. **A Compostagem e seus inúmeros benefícios – Uma visão da complexidade do tema**. IN: 23º Congresso Brasileiro De Engenharia Sanitária e Ambiental, Anais..., Campo Grande: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental - ABES, 2005.
- RODRIGUES, A.C.; BAUM, C.A.; FORMENTINI, J.; BOZZETTO, C.; RITTER, L.G.; ROS, C. **Atributos químicos de resíduos orgânicos compostados**. R. gest. sust. ambient., Florianópolis, v. 6, n. 1, p.193 - 208, abr./set. 2017.
- RODRIGUES, P.N.F.; ROLIM, M.M.; BEZERRA NETO, E.; COSTA, R.N.T.; PEDROSA, V.S.O. **Efeito do composto orgânico e compactação do solo no milho e nutrientes do solo**. Rev. bras. eng. agríc. ambient. vol.15 no.8 Campina Grande Aug. 2011.
- ROSA, J.K. **Condicionadores químicos na compostagem de cama de aviário**. 2015. 86f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia - Área de Concentração: Nutrição e Produção Animal) Universidade tecnológica federal do Paraná programa de pós-graduação em zootecnia. Dois Vizinhos PR. 2015.
- ROSOLEM, C.A.; CALONEGO, J.C.; FOLONI, J.S.S. **Lixiviação de potássio da palha de coberturas de solo em função da quantidade de chuva recebida**. R. Bras. Ci. Solo, 27:355-362, 2003.
- RUIZ, H.A.; TEIXEIRA, E.A. **Retenção de água em materiais de solos tratados com dois compostos orgânicos**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, Porto Alegre. Anais. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1991.
- SANTO, A.A.E, LIMA, J.S.; CARVALHO, G.C. **Técnicas de aplicação de composto orgânico, proveniente de resíduos urbanos domésticos, no desenvolvimento vegetal**. In: VI Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Vitória ES. 2002.
- SANTOS, J.C.S.; BORGES, A.L.; ROSA, R.C.C.; SANTOS, J.S.; SOUZA, L.S. **Caracterização química de compostos orgânicos para aplicação em cultivos de bananeiras no sistema orgânico**. In: Congresso brasileiro de ciência do solo, 2013, Florianópolis SC.
- SANTOS, M.R.G. **Produção de substratos e fertilizantes orgânicos a partir da compostagem de cama de cavalo**. Seropédica/RJ, 2016. 48f. (Dissertação, Mestrado Profissional em Agricultura Orgânica). Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica-RJ, 2016.

SARAF,D.K.; DIXIT, V.K. **Spilanthes acmella Murr.: Study on its extract spilanthol as larvicidal compound**. Asian Journal of Experience Sciences, v.16, n.1/2, p.9-19, 2002. Disponível em: <<http://ajes.in/PDFs/02/2%20VK%20Dixit.pdf>>. Acesso em: 25 Abr. 2019.

SCHWENGBER, J.R.; SCHIEDECK, G.; GONÇALVES, M. de M. **Compostagem laminar – uma alternativa para o manejo de resíduos orgânicos**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2007. 4p. (Embrapa-CPACT. Comunicado Técnico, 169).

SEMPITERNO, C.M.; FERNANDES, R.M. **Efeito da aplicação ao solo de água-ruça, bagaço de azeitona e um composto sobre os teores de azoto total e mineral e de carbono orgânico**. Rev. de Ciências Agrárias v.33 n.1 Lisboa jan. 2010.

SILVA, A.L.F. **Atributos químicos e biológicos no solo do uso da compostagem da casca de mandioca**. 2010. 92 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – área concentração em produção vegetal) Universidade Federal do Acre. 2010.

SILVA, A.S.F. **Avaliação do processo de compostagem com diferentes proporções de resíduos de limpeza urbana e restos de alimentos**. Dissertação/Tese. Recife PE, 2016.

SILVA, E. B. E. **Compostagem de lixo na Amazônia: insumos para a produção de alimentos**. In: **Reciclagem do lixo urbano para fins industriais e agrícolas**, 1998, Belém, PA. Anais. Belém: Embrapa Amazônia Oriental: SECTAM: Prefeitura Municipal de Belém, 2000.

SILVA, F.A.M.; GUERREIRO, L.F.; VILAS BOAS, R.L.; SILVA, R.B. **Transformação da matéria orgânica em substâncias húmicas durante a compostagem de resíduos vegetais**. Revista Brasileira de Agroecologia Rev. Bras. de Agroecologia 4(1):59-66 ISSN: 1980-9735. Botucatu SP. 2009.

SILVA, F.C.; SILVA, C.A; BERGAMASCO, A.F.; RAMALHO, A.L. **Uso agrícola de composto de lixo: efeito do tempo de incubação solo/resíduo na disponibilidade de metal pesado**. Comunicado técnico da Embrapa Informática na gropecuária. n.10, dez. 2000.

SILVA, H.A. **Avaliação da Adubação Orgânica e Química na recuperação de áreas degradadas oriundas da Exploração Mineral**. 2015. 40F. Dissertação (Mestrado em Ciências e Meio Ambiente/PPGCMA do Instituto de Ciências Exatas e Naturais/ICEN). Universidade Federal do Pará/UFPA, Belém PA. 2015.

SILVA, R. C.; SILVA, M. C. N. **Análise da cadeia de valor do maracujá amarelo (*Passiflora edulis sims f. Flavicarpa deg.*), no Município de Igarapé-Açu, Estado do Pará**. Belém, 2006.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO – SNIS. **Diagnóstico de manejo de resíduos sólidos urbanos**. 2016. Brasília DF.

SORRENTI, G.B.; FACHINELLO, J.C. CASTILHOSIL, D.D.; BIANCHIL, B.M. **Influência da adubação orgânica no crescimento de tangerineira cv *Clemenules* e nos atributos químicos e microbiológicos do solo**. Rev. Bras. Frutic. vol.30 no.4 Jaboticabal. 2008.

SOUTO, G.C. **Desempenho agrônomo a acúmulo de nutrientes pela planta de jambu**. 2016. 47f. Tese (Doutorado em Agronomia: Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2016.

SOUSA, I.V.A.; SOUZA, R.O.; PAULINO, W.D. **Cálculo do índice de qualidade de água em reservatórios tropicais com estudo de caso no Acarape do Meio**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 17., 2007. [Anais...] São Paulo: ABRH, 2007. 1 CD-ROM.

SPRICIGO, J.G.; CRUZ, D.C.A; NESI, C.N.; PAIN, C.; NAIBO, G.; ALVES, M.V. **Comportamento do pH do solo após o uso de fertilizante orgânico**. XII Reunião sul brasileira de ciências do solo. Xanxerê SC. 2018.

SUNADA, N.S.; ORRICO, A.C.A.; ORRICO JUNIOR, M.A.P.; CENTURION, S.R.; LUCAS JUNIOR, J.; SENO, L.O. **Compostagem de resíduo sólido de abatedouro avícola**. Ciência Rural vol.45 no.1 Santa Maria. Jan. 2015.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 5.ed. Porto Alegre:Artemed, 2013. 954p.

TEIXEIRA, L.B.; GERMANO, V.L.C.; OLIVEIRA, R.F.; FURLAN JUNIOR, J. **Processo de compostagem usando resíduos agroindustriais de açaí e palmito do açazeiro**. Circular técnica 41. Embrapa. Belém PA. 2005.

TEIXEIRA, P.C.; DONAGEMMA, G.K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W.G. **Manual de métodos de análise do solo**. 3. ed. Brasília: Embrapa, 2017, 573 p.

TEIXEIRA, R.F.F. **Compostagem**. In: HAMMES, V.S. (Org.) Educação ambiental para o desenvolvimento sustentável. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002, v.5, p.120-123.

TEJADA, M. **Study of composting of cotton residues**. Bioresource Technology, Oxford, v. 79, n. 2, p. 199-202, set. 2001.

TIBAU, O. A. **Matéria orgânica e fertilidade do solo**. São Paulo, Nobel, 1978.

UFRA – Universidade Federal Rural da Amazônia. **E o jambu? Treme! Mas você sabe o que mais?** 2020 On line. Disponível em: >
https://novo.ufra.edu.br/index.php?option=com_content&view=article&id=2585&catid=17&Itemid=121. Acesso: 25 out 2020.

VALENTE, B. S.; XAVIER, E.G.; PEREIRA, H.S. PILOTTO, M.V.T. **Compostagem de resíduos da filetagem de pescado marinho e casca de arroz**. Rev. bras. saúde prod. anim. vol.17 no.2 *On-line version* ISSN 1519-9940 Salvador Apr./June 2016.

VASCONCELOS, C.V. **Caracterização e tratamento do composto orgânico de resíduos urbanos de Belo Horizonte-MG para a utilização em ações de agricultura urbana**. 2019. p.45 Dissertação (Mestrado em Agricultura Orgânica). Seropédica. UFRRJ.

VERAS, L. R. V.; POVINELLI, J. **A vermicompostagem do lodo de lagoas de tratamento de efluentes industriais consorciada com composto de lixo urbano**. Eng. sanit. amb. Vol.9, n. 3, p. 218-224, 2004.

VILELA, R.N.S. **Efeitos da aeração e da estação do ano na compostagem dos resíduos orgânicos de abatedouro**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal da Grande Dourados. 2019.

WANGEN, D.R.B; FREITAS, I.C.V. **Compostagem doméstica: alternativa de reaproveitamento de resíduos sólidos orgânicos**. Rev. Bras. De Agroecologia. 5(2):81-88 ISSN:1980-9735, Uberlândia/MG. 2010.

YAGI, R. **Adaptação dos princípios da compostagem laminar ao plantio direto**. Revista Scientia Agraria vol. 18 n°. 4 Curitiba Out/Dez 2017.

YASUDA, I. et al. The geometric structure of spilanthol. **Chemical & Pharmaceutical Bulletin**, v.28, n.7, p.2251-3, 1980. Disponível em:
<http://nls.nii.ac.jp/els/110003662647.pdf?id=ART0004201392&type=pdf&lang=en&host=cinii&order_no=&ppv_type=0&lang_sw=&no=1246836584&cp=>. Acesso em: 20 Abr. 2019.

ANEXO 1

Anexo 1a: avaliação do composto

	pH	CE	Ca	K	Mg	P	N	C	C:N	CO₂
Nível de significância	0,000	0,003	0,000	0,000	0,000	0,111	0,001	0,530	0,003	0,000
CV%	7,01	27,95	18,80	13,68	17,20	28,25	23,96	5,06	30,20	16,13

Anexo 1b: avaliação da fertilidade do solo

	C	Al	Ca	K	Mg	N	P	pH	Peso	N inflorescência	Comp raiz
Nível de significância	0,002	0,000	0,007	0,000	0,000	0,056	0,064	0,000	0,000	0,004	0,003
CV%	12,51	42,64	29,55	36,91	34,46	21,59	17,98	6,86	39,12	57,88	22,85



Emitido em 16/09/2020

DOCUMENTOS COMPROBATÓRIOS Nº 12866/2020 - PPGA O (12.28.01.00.00.36)

(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)

(Assinado digitalmente em 21/12/2020 21:50)

OSVALDO RYOHEI KATO

ASSINANTE EXTERNO

CPF: 094.373.632-34

(Assinado digitalmente em 15/12/2020 10:45)

GILBERTA CARNEIRO SOUTO

ASSINANTE EXTERNO

CPF: 100.925.282-87

(Assinado digitalmente em 15/12/2020 09:21)

MARCO ANTONIO DE ALMEIDA LEAL

ASSINANTE EXTERNO CPF:

991.790.757-20

Para verificar a autenticidade deste documento entre em <https://sipac.ufrrj.br/documentos/> informando seu número: **12866**, ano: **2020**, tipo: **DOCUMENTOS COMPROBATÓRIOS**, data de emissão: **14/12/2020** e o código de verificação: **9ee640e8f9**