

Article

Análise dos Parâmetros Físico-Químicos do Gongocomposto e Vermicomposto Produzidos no IFS Aracaju com Desenvolvimento de Mudanças de Rúcula e Alface

José Anderson Bonfim Silva¹, Érika Cristina Teixeira dos Anjos Brandão², Rodrigo Gallotti Lima³

¹ Graduando. Universidade Federal de Sergipe (UFS). ORCID: 0000-0001-9671-4953. E-mail: joseoficial2305@gmail.com

² Doutora. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe (IFS). ORCID: 0000-0003-1574-7652. E-mail: erika.brandao@academico.ifs.edu.br

³ Doutor. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Sergipe (IFS). ORCID: 0000-0002-0786-7358. E-mail: rodrigo.lima@academico.ifs.edu.br

RESUMO

O problema da geração de resíduos sólidos ainda é uma séria questão a se resolver. O gerenciamento de resíduos tem como disposição final apenas os aterros sanitários, já para uma destinação ambientalmente sustentável há diversas possibilidades. Sendo os resíduos orgânicos facilmente putrescíveis, essas possibilidades incluem práticas que podem ser feitas em casa, como a compostagem, a vermicompostagem e a gongocompostagem. O projeto “Vem e Composta” realiza a vermicompostagem no IFS Aracaju desde 2020, mas recicla pouco material vegetal seco. Neste sentido, devido à necessidade de reduzir os resíduos castanhos produzidos no *campus*, implantou-se a gongocompostagem. Esta técnica instalou-se em 2022 com a montagem de dois gongolários feitos com lixeiras de 60 litros reutilizadas, onde foi iniciada a compostagem de folhas e galhos secos com diplópodes coletados em zonas urbanas de Aracaju. O intuito deste trabalho foi produzir composto orgânico de pronto uso e, posteriormente, comparar com o vermicomposto que já é produzido na casa de vegetação do *campus*. O gongocomposto apresentou teores de umidade (77,62%), carbono (80,2 g kg⁻¹), nitrogênio (15,5 g kg⁻¹), cálcio (3,95 g kg⁻¹) e magnésio (1,04 g kg⁻¹) maiores que os do vermicomposto. O vermicomposto mostrou-se mais rico em fósforo (0,298 g kg⁻¹) e potássio (4,8 g kg⁻¹) e mais denso que o húmus de gongolo. O pH para ambos foi semelhante. O gongocomposto mostra-se como uma alternativa eficaz para tratamento de resíduos de poda e produção de substrato de qualidade, promovendo maior taxa de germinação e desenvolvimento de sementes de alface e rúcula quando comparado com o vermicomposto.

Palavras-chave: resíduos orgânicos; gongocompostagem; vermicompostagem; diplópodes; gongolo.

ABSTRACT

The problem of solid waste generation is still a serious issue to be resolved. Waste management is only disposed of in landfills, whereas there are several possibilities for an environmentally sustainable destination. As organic waste is easily putrescible, these possibilities include practices that can be done at home, such as composting, vermicomposting and millicomposting. The “Vem e Composta” project has been carrying out vermicomposting at IFS Aracaju since 2020, but recycles little dry plant material. In this sense, due to the need to reduce brown waste produced on campus, millicomposting was implemented. This technique was installed in 2022 with the assembly of two gongolariums made from reused 60-liter trash cans, where the composting of dry leaves and twigs with millipedes collected in urban areas of Aracaju began. The aim of this work was to produce ready-to-use organic compost and, later, compare it with the vermicompost that is already produced in the campus's greenhouse. The millicompost presented moisture content (77.62%), carbon (80.2 g kg⁻¹), nitrogen (15.5 g kg⁻¹), calcium (3.95 g kg⁻¹) and magnesium (1.04 g kg⁻¹) greater than those of vermicompost. Vermicompost was richer in phosphorus (0.298 g kg⁻¹) and potassium (4.8 g kg⁻¹) and denser than gongolo humus. The pH for both was similar. Millicompost proves to be an effective alternative for treating pruning waste and producing quality substrate, promoting a higher rate of germination and development of lettuce and arugula seeds when compared to vermicompost.

Keywords: : organic waste; millicomposting; vermicomposting; millipedes; gongolo.



Submissão: 28/09/2023



Aceite: 27/05/2024



Publicação: 15/07/2024



1. Introdução

A geração de resíduos sólidos urbanos (RSU) é um aspecto ambiental originado naturalmente pela ação de qualquer ser vivo que habita áreas urbanas, contudo é intensificado pela ação humana. Segundo a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública (ABRELPE 2022), as cidades brasileiras geraram cerca de 81,8 milhões de toneladas de RSU em 2022 (geração *per capita* em média 1,43 kg hab⁻¹ dia⁻¹). Desses, 61% teve disposição final adequada em aterros sanitários (46,4 milhões ton) e 29,7 milhões de toneladas (39%) de resíduos foram dispostos inadequadamente em lixões e aterros controlados.

Da composição dos RSU, em 2016, tinha-se que a fração orgânica representava 50% do total de resíduos (ABRELPE 2016), variando de acordo com os hábitos da população, região, época do ano, dentre outros fatores. Daí provém um problema que é a disposição de resíduos orgânicos passíveis de compostagem, que acaba ocupando desnecessariamente os aterros sanitários e diminuindo sua vida útil, além de gerar custos evitáveis (Amorim et al. 2016).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) cita a compostagem como uma das formas de destinação final ambientalmente adequada para os RSU (Brasil 2010) e dos Resíduos de Limpeza Pública (RLP), os quais englobam os serviços de poda de árvores e arbustos, além da manutenção de áreas verdes, onde são gerados resíduos passíveis de compostagem (Sergipe 2014).

A compostagem, além de ser uma técnica de tratamento de resíduos confiável, apresenta resultados satisfatórios para destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos. Além disso, pode ser uma fonte de renda, reduzindo custos da destinação e tratamento dos RSU para o poder público, gerando empregos e receita por meio da comercialização dos fertilizantes gerados (Antunes et al. 2020a; Szigethy & Antenor 2021).

Considerando os diferentes tipos de compostagem, a compostagem clássica ocorre em diferentes fases de temperatura (termofílica e mesófila), com ou sem revolvimento manual ou mecanizado, com aeração passiva ou forçada e é altamente dependente da ação de microrganismos que promovem a decomposição dos resíduos. Enquanto outros tipos de compostagem realizados em ambientes limitados, como a vermicompostagem (com minhocas californianas) (Figura 1A) ou a gongocompostagem (com gongolos) (Figura 1B) ocorrem com aporte de oxigênio, temperatura e umidade adequados para o desenvolvimento dos organismos detritívoros, que aqui assumem a importante tarefa de revolver os resíduos e aumentar sua superfície de contato para melhor decomposição microbiológica. Ambas variedades de compostagem produzem adubo orgânico de qualidade e efeitos benéficos, que permitem minimizar problemas ambientais e prover a agricultura com aporte de matéria orgânica e nutrientes pouco disponíveis em solos tropicais (Inácio & Miller 2009; Antunes et al. 2020b; Cavalcanti et al. 2021; Antunes et al. 2022).

Dos tipos que utilizam macrorganismos, a vermicompostagem tem como agentes detritívoros dos resíduos sólidos as minhocas, cuja espécie *Eisenia andrei* (nome popular: minhoca californiana) é uma das mais comumente utilizadas em minhocários fechados para se obter um vermicomposto de qualidade com nutrientes de fácil assimilação para as plantas. Como utiliza restos de alimentos da cozinha com diferentes percentuais de umidade (em média 80%), também gera um biofertilizante líquido no processo, utilizado para adubação em forma de rega, após adequada diluição (Anjos 2015; Silva et al. 2021).

Os estudos com a gongocompostagem são relativamente recentes no Brasil e têm se popularizado cada vez mais. Um dos principais pesquisadores é o Luiz Fernando de Sousa Antunes, doutor em Fitotecnia pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). Ele desenvolveu diversos trabalhos na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Agrobiologia, de Seropédica, no Rio de Janeiro, tornando-se uma grande referência para esta pesquisa (Antunes 2023).

A gongocompostagem ocorre da associação de organismos diplópodes, os gongolos, também conhecidos como piolho-de-cobra, embuá, grangugi e mingongo (a depender da região do país) com microrganismos nos



solos e resíduos. Os gongolos são capazes de triturar e ingerir a serapilheira, facilitando sua decomposição e liberando seus péletes fecais que contém características físico-químicas diferentes do material vegetal de origem e que formam um substrato de qualidade para plantas, o gongocomposto (Rocha 2017; Antunes et al. 2018; Antunes et al. 2020b; Bugni et al. 2021).



Figura 1. Visão geral dos tipos de compostagem: a) Vermicompostagem com minhocas californianas; b) Gongocompostagem com gongolos de diferentes espécies. Fonte: Autor 2022.

Segundo Rocha (2017), recomenda-se que o húmus de minhoca produzido na vermicompostagem seja misturado com outros materiais orgânicos, como pó de carvão ou palha de arroz carbonizada, a fim de melhorar a textura do adubo, o que pode ser uma desvantagem em relação ao húmus do gongolo, o qual não precisa ser misturado com outros materiais e pode ser utilizado diretamente na produção de mudas e em hortas, pois é de pronto uso (Antunes et al. 2016).

Antunes et al. (2020b) constataram ao utilizarem gongo e vermicomposto como substratos, que a utilização do composto produzido pelos diplópodes “resultou na obtenção de mudas com sensível aumento de ganho nas massas secas da parte aérea e das raízes”. Para Rocha (2017), outra vantagem do uso de gongolos para compostagem é que esses diplópodes têm menos predadores que as minhocas e reduzem o volume dos resíduos em até 70%.

Desde 2020 é produzido vermicomposto no *Campus* Aracaju (IFS) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe em vermicompostores verticais com resíduos de feirantes da Central de distribuição de Aracaju (CEASA/SE) e, atualmente, com restos de frutas e verduras originados na cantina do IFS, que são coletados diariamente e armazenados no laboratório de Biologia. Uma vez por semana tais resíduos são levados à casa de vegetação para alimentação das vermicomposteiras, onde é acrescido material castanho (substrato já utilizado, composto pronto e seco e folhas secas) para correção da umidade e textura. Em junho de 2021 já se contabilizava a produção de 90 L de vermicomposto e 30 L de biochorume, que foram utilizados para produção de mudas na casa de vegetação e rega das áreas verdes, respectivamente (Silva et al. 2021).

Considerando os tipos de resíduos a serem utilizados em cada tipo de compostagem, sendo eles resíduos úmidos (na vermicompostagem) e resíduos secos (na gongocompostagem), as duas técnicas podem ser realizadas concomitantemente, o que pode proporcionar resultados mais sustentáveis, especialmente no *Campus* Aracaju, uma vez que é um ambiente amplamente arborizado - o que gera uma quantidade considerável de resíduos orgânicos (Figura 2) contabilizando-se diariamente cerca de 400 L de restos vegetais secos, incluindo material de poda de árvores, que são destinados ao serviço municipal de coleta de resíduos, pois não são utilizados nas vermicomposteiras. Dessa forma, a utilização desses resíduos num processo de compostagem



para materiais secos pode significar uma redução da contribuição de resíduos compostáveis do *Campus* para o aterro sanitário.



Figura 2. Caixas estacionárias com resíduos de poda gerados no *Campus* Aracaju do IFS. Fonte: Autor 2022.

A preocupação em dar uma destinação adequada aos resíduos gerados em instituições de ensino é atual e trabalhos já têm sido desenvolvidos nesse contexto. A exemplo do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense - IFF *Campus* Cambuci, que desenvolveu um projeto para reciclar papel branco a partir da gongocompostagem (Eustáquio Júnior & Pereira 2020). No Instituto Federal do Tocantins a gongocompostagem foi realizada em projeto de extensão utilizando o *T. corallinus* para produzir composto orgânico para mudas e adubação de hortaliças (Conceição et al. 2020). Essa demanda também é uma preocupação do *campus* Aracaju do IFS, considerando a quantidade de resíduos secos gerados diariamente.

Destarte, este trabalho consistiu na produção de gongocomposto utilizando resíduos castanhos coletados no *Campus* Aracaju do IFS, de modo a comparar os seus parâmetros físico-químicos com o húmus de minhoca que já é produzido na casa de vegetação do referido *Campus* e avaliar o desenvolvimento de mudas de rúcula e alface nos dois substratos.

2. Material e Métodos

O trabalho foi desenvolvido no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe, *Campus* Aracaju, Bairro Getúlio Vargas, sob as coordenadas geográficas latitude -10,915183 e longitude -37,066010, com clima tropical atlântico. O período de execução do projeto foi de junho a novembro de 2022, na sequência em que segue:

2.1 Montagem dos gongolários e coleta de resíduos vegetais

A primeira etapa do desenvolvimento do presente trabalho foi a aquisição de dados da geração diária de resíduos de poda no *campus*. Concomitantemente, iniciou-se a aquisição dos materiais para a montagem dos gongolários. Para tal, foram necessários (Figura 3):

- a. 2 recipientes de 60 L;
- b. Brita;
- c. Tela mosquiteira



Figura 3. Materiais utilizados para montagem dos gongolários (1- recipientes de 60 l lavados; 2- camada de drenagem com brita; 3- tela mosquiteira para impedir a fuga dos artrópodes). Fonte: Autor 2022.

Os recipientes utilizados como gongolários foram duas lixeiras de resíduos comuns que não estavam em uso no *campus*. Após a lavagem dos recipientes, fez-se um furo na parte lateral inferior para drenar o excesso das regas e então foi montada uma camada de drenagem com britas e adicionado um pedaço de tela mosquiteira sobre as pedras para separar a camada de drenagem dos resíduos. A tela também foi usada para garantir o confinamento dos gongolos nos gongolários, evitando perdas por fuga pela parte superior.

Concomitante à montagem dos gongolários, realizou-se a separação das folhas secas e do material de poda das árvores, obtida na limpeza diária do *campus* realizada pelos funcionários terceirizados, das espécies descritas, a saber: *Anacardium occidentale* (Cajueiro vermelho), *Ficus benjamina* L. (Figueira), *Moringa oleifera* Lam. (Moringueira), *Clitoria fairchildiana* R. A. Howard (Sombreiro) e *Zoysia japonica* Steud. (Gramma esmeralda). O critério para escolha de folhas e galhos caídos foi a disponibilidade abundante no *campus*.

As folhas coletadas foram cortadas, quando necessário, ficando com tamanho médio de 4 cm e deixadas em ambiente arejado para secar.

2.2 Prospecção dos Artrópodes

Com o material castanho coletado e os gongolários prontos, realizou-se a busca ativa por gongolos, tendo como critério de escolha a ordem de preferência:

- a) disponibilidade local;
- b) *Trigoniulus corallinus*.

A seleção preferencial pela disponibilidade local se deve em virtude da forma mais fácil de se obter o diplópode, que dificilmente encontrará variedade de espécies diferentes. Antunes et al. (2016; 2018; 2020a; 2020b; 2020c; 2021a; 2021b) e Bugni et al. (2019; 2020) em seus trabalhos utilizaram o *T. corallinus*, por esse motivo a busca por essa espécie foi o segundo critério deste trabalho, consistindo numa forma de atingir resultado equiparável aos trabalhos realizados na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), referência nesse tema de estudo.

A coleta foi realizada em 7 dias, em horários distintos e em duas microrregiões de Aracaju/SE. As duas primeiras coletas ocorreram no final da tarde e início da manhã em dois dias distintos do mês de junho de 2022, na Avenida Dr. Carlos Rodrigues da Cruz (Figura 4a), no Bairro Capucho, em Aracaju. Esse local foi escolhido após observação *in loco* do pesquisador da ocorrência de gongolos nas calçadas e proximidades da avenida (Figura 4b)



Figura 4. Local de coleta dos gongolos. a) Vista da calçada na Avenida Dr. Carlos Rodrigues da Cruz. b) Diplópode andando em calçada às 07:33h. Fonte: Autor 2022.

A prospecção dos artrópodes foi feita revolvendo-se material de poda (capim) deixados nas calçadas da extensão do logradouro utilizando ancinho e enxada manual (2 em 1), encontrando os diplópodes escondidos sob a serapilheira (Figura 5a e 5b). A coleta dos indivíduos foi feita usando luva descartável, para evitar irritação cutânea no pesquisador devido ao contato com a toxina de defesa dos piolhos-de-cobra (Lima et al. 2010; Hipercultura 2022)¹ e os mesmos foram colocados em recipiente de vidro sem vedação (Figura 5c), permitindo a oxigenação interna.



Figura 5. Prospecção dos diplópodes no local de coleta. a) e b) diplópodes e serapilheira e c) recipiente utilizado para transporte. Fonte: Autor 2022.

Após a coleta do segundo dia, os gongolos foram separados por subespécie e contados, obtendo-se o total coletado nos dois dias e as variações encontradas.

A terceira, quarta, quinta e sexta coletas foram realizadas na Avenida Engenheiro Gentil Tavares, no muro e na calçada do Colégio Estadual John Kennedy, pois foi observado neste local a presença de muitos diplópodes durante o período noturno. Nesse ponto, a coleta foi realizada em quatro dias distintos (06, 13 e 28/07 e 23/08/2022), conforme disponibilidade de coleta.

A última coleta foi realizada no ponto inicial, no Bairro Capucho, Aracaju. As massas dos gongolos foram aferidas em balança semianalítica.

¹ Os diplópodes conhecidos como “piolhos-de-cobra”, “gongolos” ou “embuas” liberam quinonas e outros agentes irritativos e pigmentantes para a sua defesa quando são ameaçados. Em Lima et al. (2010) apresentaram paciente do sexo masculino com máculas eritemato-cianóticas, nos três primeiros pododáctilos do pé direito, com queixas de dor local e parestesias. A coloração de aspecto cianótico lembra sofrimento tissular isquêmico. A pigmentação persiste por meses.



2.3 Processo de produção do gongocomposto e comparação com vermicomposto

A primeira inoculação ocorreu no início de julho de 2022. A partir dessa data, os indivíduos foram inoculados no dia posterior à sua coleta, excetuando-se a última que ocorreu no mesmo dia.

Os gongocompostores foram reservados em local arejado e protegidos da chuva e dos raios solares diretos com tela sombrite 50% na casa de vegetação da instituição onde o trabalho se desenvolveu.

Semanalmente foi verificada a umidade nos compostores, fazendo-se o borrifamento de água quando a umidade estava pouca para a atividade dos macrorganismos e microbiana. Também foram verificados os parâmetros pH e temperatura.

Conforme Antunes et al. (2018), há semelhança entre os substratos de vermicomposto estabilizado e gongocomposto de 125 e 180 dias de produção. Com base nisso, e havendo um tempo limitado para entrega da pesquisa, optou-se por avaliar o gongocomposto com 135 dias de produção.

A coleta do húmus de gongolo foi feita em novembro de 2022, com 135 dias do início da gongocompostagem. O substrato dos dois gongolários foi misturado e homogeneizado manualmente, então peneirado em peneira de malha de 5 mm e ensacado a amostra de aproximadamente 1,4 kg para análise de fertilidade no Instituto de Tecnologia e Pesquisa de Sergipe (ITPS). Outras 300 g foram separadas e armazenadas da mesma forma para determinação da umidade no Laboratório de Biologia do *Campus* Aracaju do IFS seguindo a metodologia descrita em (EMBRAPA 2017). Os gongolos foram reinseridos no gongocompostor e deu-se sequência ao processo com novos resíduos.

No mesmo dia, foi coletado e misturado vermicomposto (com 45 dias de repouso para degradação dos resíduos vegetais) de 3 vermicomposteiras, peneirado e ensacado (Figura 6). Foi obtida uma massa de aproximadamente 1,7 kg para análise no ITPS. Também foi coletada e armazenada uma quantidade para determinação da umidade.



Figura 6. Gongocomposto (à esquerda) e vermicomposto (à direita) ensacados para análise. Fonte: Autor 2022.

Os substratos foram caracterizados com base em suas propriedades físico-químicas (pH e condutividade elétrica), físicas (densidade e umidade) e químicas (C, N, P, K, Ca e Mg). Para o pH foi utilizado o método em H₂O e, para condutividade, os Métodos padrões oficiais para Análise de Corretivos e Fertilizantes - MPOACF (1982). Para o pH em SMP, Ca, Mg, K e P foi utilizado o método da Embrapa (2009). Para N total utilizou-se o método do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e para C/N o MPOACF (2017). Para a densidade foi adotado o Método da proveta e para umidade o da Embrapa (2005).

2.4 Produção de mudas

Foram selecionadas duas bandejas 6X6 e feito o plantio de sementes de *Lactuca sativa* L. (Alface mimosa Salad bowl) e *Eruca sativa* L. (Rúcula cultivada) para observar parâmetros relacionados à germinação e



desenvolvimento das mesmas no gongocomposto e no vermicomposto. Cada sementeira recebeu um único tipo de substrato para evitar a mistura dos mesmos durante a manutenção do experimento. Para a semeadura, estabeleceu-se a divisão em matrizes 6X3, semeando rúcula na matriz da esquerda da sementeira e alface na matriz da direita. Em cada célula foram colocadas 4 sementes, de modo que cada substrato recebeu 72 sementes de cada espécie. A manutenção do experimento consistiu na irrigação das sementes e verificação da germinação observando o desenvolvimento das plântulas.

3. Resultados e Discussão

3.1 Prospecção e identificação dos Artrópodes

Com a primeira etapa de coleta dos organismos obteve-se um total de 228 gongolos. Excetuando-se os da espécie *T. corallinus* (52 indivíduos), nenhum outro gongolo foi identificado a nível de espécie devido à falta de uma chave dicotômica e de um especialista em taxonomia para esse grupo específico. A maioria dos gongolos coletados eram pertencentes à Ordem Spirobolida. A seguir, características morfológicas e imagens de cada tipo de gongolo coletado:

Os diplópodes coletados foram separados em grupos distintos visualmente por cor e forma de corpo, sendo: 114 indivíduos com coloração entre o preto e vermelho verniz e corpo fino (Tipo A); 46 indivíduos amarronzado mas com brilho menos intenso que o tipo A, também de corpo delgado (Tipo B); 03 indivíduos de corpo mais largo, menos anéis, colocação do corpo em verniz com laterais mais rosadas e patas vermelhas (Tipo C); 05 indivíduos de corpo também largo, coloração de verniz rosado (Tipo D); e 08 indivíduos brancos com mancha dorsal longitudinal escura (Tipo E) (Figura 7).



Figura 7- Visão geral das características morfológicas corporais dos gongolos: mais de 40 anéis e sem sulco longitudinal dorsal nos tergitos em *Trigoniulus corallinus* (I), Tipo A (II) e Tipo B (III); corpo com 19 tergitos no Tipo C (IV) e Tipo D (V); e corpo com 15 anéis divididos dorsalmente por sulco longitudinal Tipo E (VI). Fonte: Autor 2022.

A identificação dos organismos foi feita com base no documento “Chave ilustrada para ordens”, publicado pelo Field Museum (2022). Todos os piolhos-de-cobra coletados apresentaram a parede do corpo dura e rígida, sendo classificados como pertencentes ao subfilo Chilognatha. O grupo mais abundante encontrado foi o Spirobolida, representado por gongolos da espécie *Trigoniulus corallinus* e pelos Tipos A e B, onde os gongolos adultos foram identificados com mais de 40 anéis e com sutura mediana se estendendo para cima a partir do lábio. Os grupos menos abundantes corresponderam ao Tipo C, D e E, no qual os dois primeiros apresentaram corpo adulto com 19 anéis (ordem Polydesmida) e o último tipo apresentou 15 anéis e tergitos divididos dorsalmente por sulco longitudinal.



Dos gongolos encontrados no bairro Capucho, a espécie que se mostrou em maior quantidade também foi encontrada nas coletas seguintes que ocorreram na Avenida Engenheiro Gentil Tavares, no muro do Colégio Estadual John Kennedy. Nesse ponto a coleta foi realizada em dias distintos, obtendo-se 100, 181, 85 e 115 gongolos, nesta ordem. A última coleta foi realizada no Capucho e os gongolos das duas últimas coletas foram agrupados e pesados de uma só vez. Os dados referidos encontram-se no Quadro 1.

Quadro 1. Quantidade de indivíduos e espécies de gongolos coletados em dois locais da Grande Aracaju.

Data	Local	Indivíduos	Massa (g)	Espécies
29/06	A	228	38,86	6
30/06				
06/07	B	100	28,01	1
13/07		181	49,96	1
28/07		85	23,53	1
23/08		155	79,69	1
24/08	A	120		5
Total		869	220,05	6

A= Av. Dr. Carlos Rodrigues da Cruz (Capucho) ; B= Av. Eng. Gentil Tavares (Getúlio Vargas). Fonte: Autor 2022.

Ao todo, foram coletados 869 indivíduos jovens e adultos de 6 espécies de diplópodes, totalizando 220,05 g. Durante a coleta, após confinamento no recipiente para transporte, percebeu-se que muitos acasalavam, como pode-se observar na Figura 8.



Figura 8. Visão dos diplópodes acasalando (1- *Trigoniulus corallinus*. 2 e 3- Spirobolida Tipo A). Barra de escala= 1 cm. Fonte: Autor 2022.

Alguns indivíduos jovens e adultos do maior grupo (Spirobolida) foram medidos e obteve-se um valor variando de 3 a 4 cm (Figura 9).



Figura 9. Tamanho médio dos gongolos coletados na Grande Aracaju. Barra de escala= 1 cm. Fonte: Autor 2022.



3.2 Processo de produção do gongocomposto e comparação com vermicomposto

A distribuição de gongolos foi feita colocando-se quantidades similares de indivíduos em cada gongolário. Não foi feita a separação por tipos por não haver grupos numerosos de espécies distintas, apesar de observado a abundância dos organismos da ordem Spirobolida, que foram a totalidade dos encontrados no Bairro Getúlio Vargas e representaram mais de 50% do total coletado no Capucho. Demonstrando ser abundante na região, podendo ser considerado uma praga no contexto urbano.

Após 60 dias do início da gongocompostagem, observou-se que boa parte dos resíduos já tinha sido compostada e o volume do resíduo castanho foi reduzido, conforme pode ser visualizado na Figura 10.



Figura 10. Monitoramento dos gongolários (1- Gongolários cheios. 2- 60 dias de compostagem. 3- Demonstração da redução de volume). Fonte: Autor 2022.

Durante a coleta dos substratos orgânicos, foi possível observar a presença de filhotes e ovos de gongolos na parte mais baixa das gongocomposteiras, sendo estruturas aparentemente esféricas menores que 2 mm. Foi observado também que o composto apresentava-se homogêneo e leve, além de aparentar solo quanto a textura, cor e odor (Figura 11). Em seguida, o gongocomposto e o vermicomposto foram encaminhados para o ITPS para análise de fertilidade e o resultado pode ser visualizado na Tabela 1.

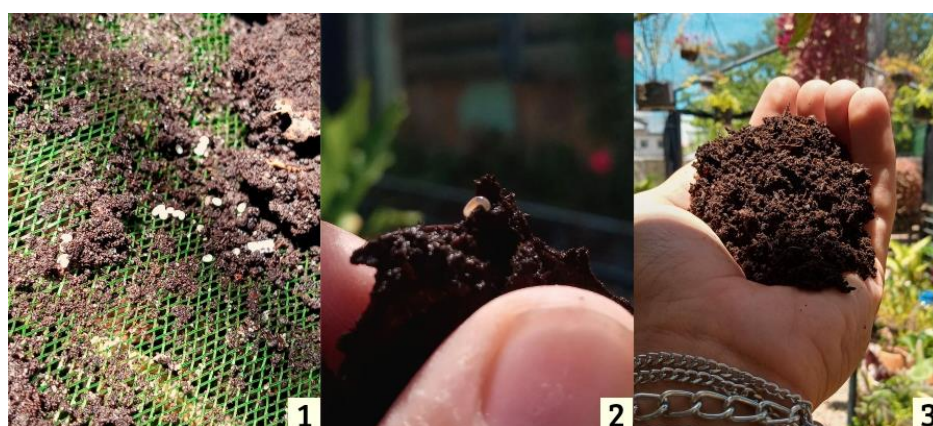


Figura 11. Gongocomposto com 135 dias (1- ovos de diplópodes na tela mosquiteira. 2- gongolo filhote. 3- húmus com aspecto de terra). Fonte: Autor 2022.



Tabela 1. Características físico-químicas do gongocomposto e vermicomposto produzidos no *Campus Aracaju* do IFS

Substratos	pH	pH	CE	DV	U	C/N	C	N	P	K	Ca	Mg
	H ₂ O	SMP	dS m ⁻¹	kg m ⁻³	—%—		g kg ⁻¹					
Gongocomposto	7,9	7,7	6,750	380	77,62	5,1742	80,2	15,5	0,179	3,65	3,95	1,04
Vermicomposto	8,48	7,7	7,738	710	52,16	7,3333	48,4	6,6	0,298	4,80	2,51	0,83

Legenda: pH= potencial hidrogeniônico; CE= condutividade; DV= densidade volumétrica; U= umidade; C/N= relação Carbono/Nitrogênio; C= Carbono; N= Nitrogênio; P= Fósforo; K= Potássio; Ca= Cálcio; Mg= Magnésio. Fonte: Autor 2022.

3.2.1 Potencial hidrogeniônico (pH)

Os substratos apresentaram valores de pH distintos, quando comparados os dois métodos utilizados. Na verificação do pH em água, o resultado foi um pouco maior comparado ao do método pH-SMP (Shoemaker, Mac lean e Pratt). Conforme Izidro (2011 *apud* Braga 2012), o pH encontrado pelo método em água, de 7,9 para o gongocomposto e 8,48 para o vermicomposto, apresenta elevada alcalinidade, assim como os valores encontrados na determinação de pH em SMP. É importante frisar que para correções no solo utiliza-se como referência a acidez potencial (SMP).

Como observa Faquin (2005), o solo com pH variando de 6,0 a 6,5 é o que mais favorece o crescimento das plantas. Com a elevação deste parâmetro (pH > 7,0) há decréscimo da disponibilidade de fósforo, nitrogênio, potássio, cálcio e magnésio no substrato. Por isso observa-se neste trabalho valores desses nutrientes inferiores aos encontrados na literatura, onde os valores de pH foram de 7,69 (gongocomposto com 125 dias), 7,01 (vermicomposto) (Antunes et al. 2018) e 6,85 (gongocomposto artesanal) (Antunes et al. 2020a).

3.2.2 Condutividade elétrica (CE)

Os valores de condutividade elétrica são considerados baixos, quando menores do que 1 dS m⁻¹; normais, quando situados entre 1 dS.m⁻¹ e 2 dS.m⁻¹; e altos, quando entre 2 dS.m⁻¹ e 4 dS.m⁻¹ (Kämpf 2000 *apud* Araújo Neto et al. 2009; Antunes et al. 2020c). Tanto o húmus de gongolo como o de minhoca apresentaram elevados valores de CE, sendo o do gongocomposto 1,15 vezes menor que o de vermicomposto (7,738 dS m⁻¹), devido aos menores valores de fósforo e potássio que apresenta, sendo menos salino.

Antunes et al. (2021a) ressaltam que é importante que os substratos apresentem baixos valores de condutividade, pois o excesso de sais solúveis pode interferir na germinação ou nas fases seguintes do desenvolvimento das plantas. Isso foi evidenciado no desenvolvimento das mudas de rúcula e alface quando utilizou-se o húmus de minhoca, onde evidenciou-se atraso na germinação e no desenvolvimento das mudas, além de maior mortalidade das plântulas, em relação ao gongocomposto (Figura 12).

Vale frisar que a condutividade elétrica depende da composição nutricional dos resíduos utilizados para produzir o composto (Antunes et al. 2020b). Nesse sentido, pôde-se inferir que a condutividade do vermicomposto foi mais alta devido à fonte de nutrientes dos resíduos orgânicos da cantina do *Campus Aracaju*.

Em qualquer caso, ambos compostos apresentaram condutividade bastante acima do que outros trabalhos têm apresentado (Antunes et al. 2018, 2021a, 2021b). O sódio pode ter sido um dos responsáveis pela elevação do parâmetro aqui analisado, pois foi observado 410 mg dm⁻³ do íon no gongocomposto e 569 mg dm⁻³ no vermicomposto. Quando analisou-se ainda outros parâmetros não constantes na Tabela 1, obteve-se PST (Porcentagem de sódio trocável) 7,04% e RAS (Relação de adsorção de sódio) 2,12 para o gongocomposto e PST 10,1% e RAS 3,55 para o vermicomposto. De acordo com Sobral et al. (2015), solos com condutividade igual ou acima de 4 dS m⁻¹, PST < 15%, RAS < 13 e pH < 8,5 são classificados como salinos. Portanto, tanto o



gongocomposto quanto o vermicomposto, produzidos neste trabalho podem ser enquadrados como salinos, o que será investigado em trabalhos futuros.



Figura 12. Mudanças de rúcula e alface 24 dias após a semeadura (1: rúcula no vermicomposto; 2: alface no vermicomposto; 3: rúcula no gongocomposto; 4: alface no gongocomposto). Fonte: Autor 2022.

3.2.3 Densidade Volumétrica (D)

Fermino (2014 apud Antunes et al. 2021b) afirma que substrato em bandejas requer valores de densidade volumétrica entre 100 e 300 kg m⁻³; de 250 a 400 kg m⁻³, para vasos de até 15 cm de altura; e de 300 a 500 kg m⁻³ para vasos de 20 a 30 cm. Zorzeto (2011) acrescenta que a densidade deve ser de 500 a 800 kg m⁻³ para vasos maiores e que um substrato ideal apresenta densidade volumétrica ou aparente inferior a 400 kg m⁻³. Dessa forma, considera-se que o gongocomposto obtido apresenta densidade volumétrica (380 kg m⁻³) ideal para uso em vasos de 20 a 30 cm de altura e se enquadra no que Zorzeto (2011) indica como substrato ideal. E o vermicomposto apresenta densidade aproximadamente 1,87 vezes maior que a do gongocomposto, sendo 710 kg m⁻³, se enquadrando no recomendado por Zorzeto (2011) para uso em vasos com mais de 30 cm de altura.

Ambos os compostos apresentaram densidade volumétrica maior que o recomendado para plantio em bandejas, onde se realizou o experimento do plantio de rúcula e alface, e observou-se que a diminuição da umidade levava a uma aglomeração do composto na célula e soltava-se facilmente das paredes da célula.

A maior densidade no vermicomposto já era esperada quando realizou-se a coleta e pesagem, uma vez que foram coletados 1,38 kg de gongocomposto e 1,68 kg de vermicomposto, de forma que o segundo apresentou maior massa e menor volume quando ensacado.

3.2.4 Umidade atual

Para determinação da umidade atual foram selecionados dois cadinhos de porcelana de tamanho similar. Os cadinhos, identificados como VIII e IX, tinham massa inicial de 76,3017 g e 80,1925 g, respectivamente. Nestes, foram adicionadas 100,0781 g de vermicomposto (cadinho VIII) e 100,1387 g de gongocomposto (cadinho IX), Figura 13.



Figura 13. Cadinhos de porcelana com vermicomposto (VIII) e gongocomposto (IX) na estufa. Fonte: Autor 2022.

Em seguida, os cadinhos com os compostos orgânicos foram levados à estufa a 105°C. Diariamente eles eram pesados em balança semianalítica até peso constante. O resultado das pesagens diárias e a umidade encontram-se no Quadro 3.

Quadro 3. Determinação da umidade atual do gongocomposto e vermicomposto produzidos no *Campus Aracaju*.

Data	Vermicomposto (V)			Gongocomposto (G)		
	Cápsula	Massa úmida inicial		Cápsula	Massa úmida inicial	
	76,3017 g	100,0781 g		80,1925 g	100,1387 g	
Σ	176,3798 g			180,3312 g		
	Peso - P' (g)	Umidade (Σ - P') (g)	Umidade %	Peso - P" (g)	Umidade (Σ - P") (g)	Umidade %
23/11/22	124,1910	52,1888	52,15	102,6625	77,687	77,58
24/11/22	124,1536	52,2262	52,18	102,5731	77,7581	77,65
25/11/22	124,2285	52,1513	52,11	102,6897	77,6415	77,53
28/11/22	124,1332	52,2466	52,21	102,4955	77,8357	77,73
Média			52,16			77,62

Fonte: Autor 2022.

O valor de umidade atual encontrado para o vermicomposto (52,16%) foi aproximado ao determinado na IN nº 61/2020 (máx. 50%). Para o húmus de gongolo, o parâmetro verificado também mostrou-se superior ao recomendado por Antunes et al. (2021a; 2021b), que deve ter entre 50 e 60% de umidade, para tornar o ambiente favorável tanto à sobrevivência dos gongolos como à continuidade do processo de compostagem, sendo 29,37% maior que o máximo estabelecido pela mesma Instrução normativa (Brasil 2020).

Apesar de mostrarem-se altos para as referências demonstradas, considera-se que a manutenção da alta umidade dos compostos deu-se pela forma como foram produzidos, em recipientes plásticos tampados, apenas com furos para aeração e drenagem. A baixa exposição dos substratos às condições externas às vermi e gongocomposteiras pode ter influenciado evitando a perda de umidade.



O método de determinação utilizado foi o descrito pela Embrapa (2017), que seca a amostra em estufa a 105°C. Tal método, segundo Zorzeto (2011), leva a perdas de líquidos voláteis diferentes de água presentes na matéria orgânica, eventuais perdas por queima de material orgânico e possibilita oxidação ou decomposição da amostra. Dessa forma, é possível que a porcentagem de água nos compostos seja um pouco menor que a identificada através do experimento.

3.2.5 Relação Carbono/Nitrogênio (C/N)

A relação C/N foi 1,42 vezes maior no húmus de minhoca, sendo que este apresentou o correspondente a 60,35% do total de carbono orgânico do húmus de gongolo (80,2 g kg⁻¹). A relação C/N está associada à disponibilização dos nutrientes, sua decomposição, e mineralização, assim, altos valores dessa relação significam decomposição mais lenta (Santos 2020). Considera-se que a relação C/N menor que 20 é baixa, de 20 a 30 é média e acima de 30 é alta, de forma que a relação baixa encontrada neste trabalho demonstra uma tendência à mineralização, processo caracterizado por liberar carbono do substrato para a atmosfera, elevar a concentração de N inorgânico e desencadear reações químicas no solo que tornam outros nutrientes assimiláveis para as plantas (Solohumics 2022).

Os valores encontrados demonstram a possibilidade do húmus de gongolo fornecer alta mineralização dos nutrientes e resultados desse efeito podem ser observados com valores menores de carbono, que é liberado no processo (Solohumics 2022).

Além disso, os péletes fecais produzidos pelos diplópodes ao consumirem resíduos vegetais apresentam diferentes características físico-químicas do material vegetal original, como a diminuição na relação carbono/nitrogênio (Karthigeyan & Alagesan 2011; Antunes et al. 2018; Bugni et al. 2019). Dessa forma, o gongocomposto produzido apresenta este parâmetro como mais vantajoso em relação ao vermicomposto.

3.2.6 Carbono orgânico (C)

Os teores de carbono orgânico identificados nas amostras foram de 80,2 g kg⁻¹ para o gongocomposto e 48,4 g kg⁻¹ para o vermicomposto. A Instrução Normativa (IN) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) n° 61, de 8 de julho de 2020, que estabelece as regras para produção de fertilizantes orgânicos e destinados à agricultura, define que o carbono (% mín) deve ser 10% (100 g kg⁻¹) para húmus de minhoca e para outros fertilizantes orgânicos simples o carbono mínimo deve ser de 15% (150 g kg⁻¹) (Brasil 2020). Os resultados encontrados neste trabalho foram menores do que o exigido na IN n° 61/2020. Os mesmos também mostraram-se abaixo do verificado pelos pesquisadores da Embrapa, onde obtiveram 357,2 g kg⁻¹ no gongocomposto com 125 dias (Antunes et al. 2018) e 291,1 g kg⁻¹ no gongocomposto produzido artesanalmente (Antunes et al. 2020a), para o húmus dos diplópodes, e 276,2 g kg⁻¹ para o húmus das minhocas. Como já discutido, a mineralização da matéria orgânica levou à redução de carbono orgânico. Outros fatores que podem ter influenciado na variação de carbono na massa de húmus de gongolo podem ter sido as espécies de diplópodes utilizadas (já que o húmus consiste nos péletes fecais destes organismos) e a origem dos resíduos, além do tempo de maturação do composto, que leva à redução de carbono, como observado por Antunes et al. (2018), onde foram observados 379,03, 357,20 e 352,33 g kg⁻¹ do elemento para 90, 125 e 180 dias de geração, respectivamente. Para o húmus de minhoca, o valor baixo de carbono se justifica também pela baixa relação C/N, além de fatores como a origem dos resíduos e a mistura do substrato com outros materiais para controle da umidade e melhoramento da textura (Rocha 2017).

Percebe-se assim que nenhum dos compostos atendeu ao parâmetro estabelecido pelo MAPA. Porém o gongocomposto apresentou menor relação C/N e maior concentração de carbono, além de ser um substrato



de pronto uso (Antunes et al. 2018), mostrando-se assim mais vantajoso que o vermicomposto por apresentar-se mais rico em carbono ao mesmo tempo que tem boa mineralização de nutrientes.

3.2.7 Nitrogênio (N)

A concentração de nitrogênio encontrada nos compostos orgânicos analisados neste trabalho foram 15,5 g kg⁻¹ e 6,6 g kg⁻¹ para o gongocomposto e vermicomposto, respectivamente. Esses valores estão acima do definido na IN do MAPA, que exige um mínimo de 5 g kg⁻¹ (0,5%) (Brasil 2020).

No vermicomposto obteve-se uma diminuição na percentagem do elemento na amostra analisada neste trabalho e o vermicomposto produzido em 2021, conforme pode ser consultado em Silva et al. (2021), cujo resultado foi de 21,2 g kg⁻¹. Apesar de representar uma diminuição de 68,87% em relação a amostra analisada no ano anterior, o valor continua acima do mínimo exigido pelo MAPA (Brasil 2020).

Antunes et al. (2018) constataram um aumento na percentagem de nitrogênio no composto de gongolo com o passar dos dias, indo de 20 g kg⁻¹ (T=90 dias), para 21,6 g kg⁻¹ (T=125 dias) e chegando a 23,4 g kg⁻¹ (T=180 dias), de forma que todas as amostras mostraram-se mais ricas em nitrogênio que o substrato SIPA (83% de vermicomposto, 15% de fino de carvão vegetal e 2% de torta de mamona), sendo de 16,6 g kg⁻¹.

Essa maior concentração em N do gongocomposto em relação ao vermicomposto também ocorreu para o húmus de gongolo produzido na casa de vegetação do *Campus* Aracaju, onde obteve-se 15,5 g kg⁻¹ N. Resultado aproximadamente 2,35 vezes maior que o encontrado para o vermicomposto produzido no *campus* (Silva et al. 2021), e aproximadamente 1,29 vezes menor que o encontrado por Antunes et al. (2020a). É um valor maior que o mínimo exigido pelo MAPA e sua maior presença em relação ao outro composto analisado pode significar ganho nutricional mais significativo para as plantas, que tem o elemento como constituinte de 2 a 5% da matéria seca e é também o mineral mais exigido pelos vegetais, com poucas exceções (Faquin 2005), podendo sua maior presença tardar o amarelecimento das folhas, sintoma típico da deficiência de nitrogênio.

3.2.8 Fósforo (P)

Segundo Faquin (2005), dos macronutrientes, o fósforo é o menos exigido pelas plantas, sendo a faixa ótima requerida pelas plantas de 1 a 5 g kg⁻¹ na matéria seca, mas o mais usado em adubação no Brasil, pois sua frequente falta no solo em regiões tropicais e subtropicais limita a produção, especialmente em culturas anuais, e sua forte interação com o solo (fixação) provoca a redução da eficiência da adubação fosfatada.

Dados encontrados da presença de fósforo em gongocomposto trazem valores de 1,63 g kg⁻¹ para as condições de composto sem controle rigoroso quanto às proporções dos insumos (Antunes et al. 2020a); e 1,57 g kg⁻¹ para gongocomposto com 125 dias (Antunes et al. 2018), tempo próximo ao estudado no *Campus* Aracaju. O composto produzido no *campus* apresentou 0,179 g kg⁻¹ de P.

Para o vermicomposto produzido pelo projeto Vem e Composta, a amostra apresentou 0,298 g kg⁻¹ de fósforo. Esse resultado mostra-se inferior ao encontrado por Antunes et al. (2018), de 5,43 g kg⁻¹ de P e ao encontrado por Silva et al. (2021), de 1,06 g kg⁻¹. Essa redução de, aproximadamente, 71,89% em relação ao produzido por Silva et al. (2021), pelo grupo do Vem e composta na mesma casa de vegetação, provavelmente deve-se a troca da fonte dos resíduos, que antes eram coletados do CEASA (frutas diversificadas) e atualmente são utilizados os resíduos gerados na cantina do IFS (cascas de verduras e talos de folhas).

Em plantas mais velhas, a deficiência de fósforo pode ser observada pela cor amarelada ou verde-azulada e pouco brilho nas folhas mais velhas (Faquin 2005). Para as mudas, Bugni et al. (2021) observaram que o vermicomposto forneceu às mudas de rúcula maior incremento de biomassa em relação aos gongocompostos. Mesmo os valores de fósforo estando abaixo do mostrado em outras referências, o vermicomposto apresentou-se mais rico que o gongocomposto, como demonstrado por Antunes et al. (2018) e Bugni et al. (2021). Apesar



disso, a alta mortalidade das plântulas da bandeja do vermicomposto inviabilizou a comparação quanto ao desenvolvimento da muda no que diz respeito à biomassa.

3.2.9 Potássio (K)

Na análise de potássio, observou-se que o gongocomposto obtido com 135 dias apresentou concentração de $3,65 \text{ g kg}^{-1}$ de K e o vermicomposto apresentou como resultado $4,8 \text{ g kg}^{-1}$, sendo 1,31 vezes mais concentrado que o primeiro. Antunes et al. (2018), ao analisarem os compostos de gongolos com 125 dias e o de minhocas, perceberam que o produto da vermicompostagem foi, aproximadamente, 1,12 vezes mais concentrado que o da gongocompostagem. Considera-se assim que os resultados saíram conforme esperado.

Para o húmus de gongolo, o resultado é aproximadamente 1,93 vezes maior que o obtido por Antunes et al. (2020a), considerando que também seguiu um método mais artesanal. Ao comparar com o húmus de congolo com 125 dias, que foi o tempo próximo ao utilizado neste experimento, avaliou-se que o mesmo teve uma concentração de potássio quase 2 vezes menor que a obtida por Antunes et al. (2018), de $7,32 \text{ g kg}^{-1}$.

Ao avaliar o húmus de minhoca, percebeu-se que apresentou concentração de potássio aproximadamente 1,71 vezes menor do que o obtido por Antunes et al. (2018), de $8,21 \text{ g kg}^{-1}$. Ao comparar com o vermicomposto produzido anteriormente na casa de vegetação, percebeu-se que o produzido por Silva et al. (2021) teve a concentração aproximadamente 4,19 vezes maior ($20,1 \text{ g kg}^{-1}$).

Faquin (2005) admite que 45 ppm, ou $0,045 \text{ g kg}^{-1}$, de potássio no solo seja insuficiente para as plantas. Também ressalta que é o segundo nutriente mais exigido pelas plantas. Considerando isso, os valores encontrados para o gongocomposto e vermicomposto satisfazem as necessidades vegetais.

3.2.10 Cálcio (Ca)

Faquin (2005) estabelece a concentração dos elementos na solução do solo, de forma que de $2,0 \cdot 10^{-5}$ a $2,4 \cdot 10^{-2} \text{ g kg}^{-1}$ de cálcio é considerado deficiente, de $2,4 \cdot 10^{-4}$ a $2,0 \cdot 10^{-2} \text{ g kg}^{-1}$ do elemento é considerada crítica e a concentração satisfatória é de $7,6 \cdot 10^{-2} \text{ g kg}^{-1}$. A concentração do elemento no gongocomposto produzido foi de $3,95 \text{ g kg}^{-1}$. Para o vermicomposto, o encontrado foi de $2,51 \text{ g kg}^{-1}$. Para ambos os compostos a concentração de cálcio mostra-se acima da média, de forma que atende às necessidades culturais.

Antunes et al. (2018) e Antunes et al. (2020a) encontraram a concentração de cálcio de $31,68 \text{ g kg}^{-1}$ e $21,82 \text{ g kg}^{-1}$, respectivamente. Tais valores mostram-se 8,02 e 5,52 vezes maiores que o encontrado no *Campus* Aracaju, de forma respectiva. Quanto às análises para o vermicomposto, Antunes et al. (2018) encontraram $14,6 \text{ g kg}^{-1}$, estando 5,82 vezes mais concentrado que o cálcio no vermicomposto da casa de vegetação.

Silva et al. (2021) não publicaram a concentração de cálcio obtida no vermicomposto da casa de vegetação do *Campus* Aracaju, consistindo nesta a primeira vez que esse nutriente está sendo avaliado e considera-se uma quantidade ideal por estar acima da média $0,076 \text{ g kg}^{-1}$ (Faquin 2005).

Ademais, considera-se que os níveis de cálcio presentes nos substratos produzidos, especialmente no gongocomposto, são adequados e podem garantir, dentre outras coisas, a absorção adequada de nutrientes (Faquin 2005).

3.2.11 Magnésio (Mg)

Em boa parte dos casos, as culturas exigem relativamente pouco Mg, da ordem de 10 a 40 kg ha^{-1} . Solos com concentrações de magnésio de $4,86 \cdot 10^{-5} \text{ g kg}^{-1}$ a $7,29 \cdot 10^{-3} \text{ g kg}^{-1}$ são considerados deficientes - situação comum para solos ácidos; a situação crítica é definida com concentrações variando de $2,19 \cdot 10^{-4} \text{ g kg}^{-1}$ a $9,72 \cdot 10^{-3} \text{ g kg}^{-1}$; e o valor médio para o nutriente em solução de solo é de $7,53 \cdot 10^{-2} \text{ g kg}^{-1}$ (Faquin 2005).



Os valores encontrados na literatura para cálcio em gongocomposto foram de $5,36 \text{ g kg}^{-1}$ (Antunes et al. 2018) e $3,04 \text{ g kg}^{-1}$ (Antunes et al. 2020a), se assemelhando pelo tempo de maturação e pela forma de compostar. O valor encontrado neste trabalho, $1,04 \text{ g kg}^{-1}$, corresponde a 19,40% e 34,21% dos supracitados, nesta ordem.

O vermicomposto produzido apresentou a concentração de magnésio de $0,83 \text{ g kg}^{-1}$. Antunes et al. (2018) e Silva et al. (2021) obtiveram a concentração de 7 g kg^{-1} e $2,197 \text{ g dm}^{-3}$, nesta ordem, de forma que ambos trabalhos apresentaram concentrações maiores para a encontrada neste. Apesar de apresentar baixa concentração de magnésio, o gongocomposto ($1,04 \text{ g kg}^{-1}$) mostrou-se 1,25 vezes mais rico que o vermicomposto ($0,83 \text{ g kg}^{-1}$) e ambos são satisfatórios pois encontram-se acima da média $0,0753 \text{ g kg}^{-1}$ (Faquin 2005).

3.2.12 Produção de mudas

Para este experimento foi utilizada hortaliça da espécie *Lactuca sativa* (Alface mimosa Salad bowl) e *Eruca sativa* (Rúcula cultivada), tendo período de plantio recomendado de abril a julho e fevereiro a novembro, respectivamente (ISLA Sementes Ltda.).

Em 22 de novembro fez-se a semeadura de rúcula e alface mimosa com 72 sementes de cada espécie em cada tipo de substrato e foram mantidas na casa de vegetação do *Campus* Aracaju. Daí em diante, foi feita a manutenção com regas diárias e às sextas-feiras as bandejas foram colocadas em sacolas plásticas transparentes para manter a umidade até a segunda-feira seguinte. A partir do terceiro dia de plantio, iniciou-se a verificação da taxa de germinação e desenvolvimento das plântulas com registros previstos para cada 3 dias, finalizando um mês após o plantio. Em alguns dias a contagem não foi realizada por ser domingo (04/12) e feriado local (08/12). Os registros da germinação e sobrevivência das mudas nos primeiros 30 dias após a semeadura podem ser observados na Figura 14.

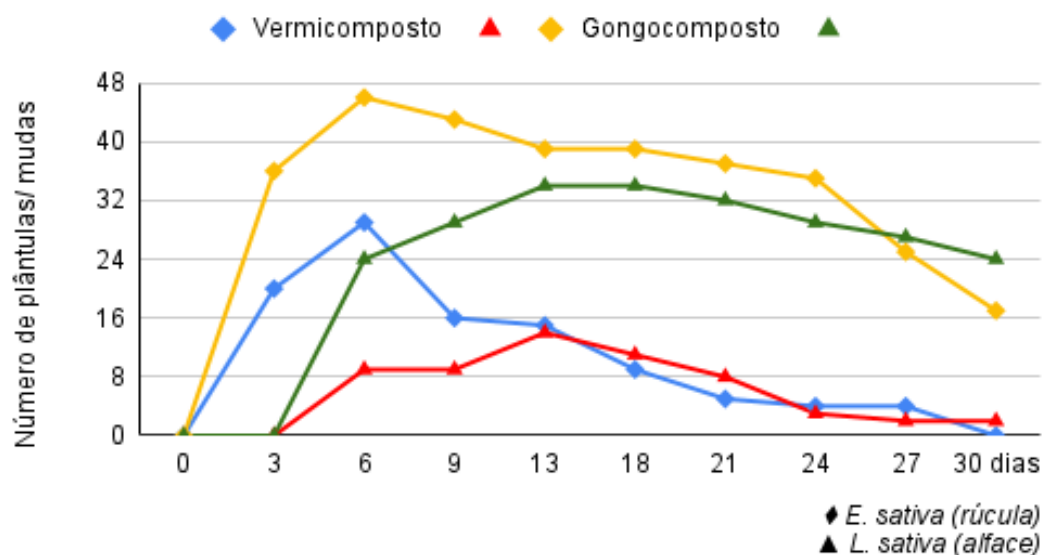


Figura 14. Registros do desenvolvimento de sementes de *Eruca sativa* e *Lactuca sativa*. Fonte: Autor 2022.

Observou-se que, das sementes de rúcula germinadas nos dois substratos, 77,78% germinaram no terceiro dia após o plantio. Considerando a soma dos dois substratos, foram obtidas 75 plântulas, das quais 29 germinaram no vermicomposto e 46 no gongocomposto. Desta forma, obtivemos uma taxa de 52,08% de germinação, havendo uma diferença de 36,96% na germinação, sendo maior no gongocomposto. Ao final do



experimento, sobraram 17 mudas de rúcula, onde a mortalidade no vermicomposto foi total, tendo como um dos prováveis fatores a alta condutividade obtida ($7,738 \text{ dS.m}^{-1}$).

Para as sementes de alface observou-se uma demora na germinação, sendo obtido o maior número de plântulas 13 dias após o plantio, estando além do estimado pela fabricante para tempo de germinação (4 a 7 dias). Só foram contabilizadas plântulas de *Lactuca sativa* 6 dias após o plantio, tendo, nessa data, germinado 68,75% do total de sementes germinadas. Ao todo, obteve-se uma taxa de germinação de 33,33% (48 plântulas), de modo que o maior número de plântulas da espécie obtidas no vermicomposto (14) representa 41,18% do total germinado no gongocomposto.

Colocando em foco os substratos, verificou-se que 43 sementes brotaram no vermicomposto e 80 no gongocomposto, mostrando assim que o gongocomposto teve maior sucesso na germinação (55,55%). Além disso, após um mês do plantio, observou-se que no vermicomposto a taxa total de mortalidade foi de 95,35% e no gongocomposto de 48,75%. Conforme Kämpf (2000 *apud* Araújo Neto et al. 2009) e Antunes et al. (2020c), valores de condutividade elétrica acima de 4 dS.m^{-1} são considerados muito altos para plantas e os obtidos neste trabalho foram $6,75 \text{ dS.m}^{-1}$ (gongocomposto) e $7,738 \text{ dS.m}^{-1}$ (vermicomposto). Considera-se que a alta condutividade foi um fator para o baixo desenvolvimento das mudas, especialmente para as do húmus de minhoca, além da época do plantio, conforme informações do fabricante.

4. Conclusões

A gongocompostagem é uma técnica eficiente para gestão de resíduos de poda, pois reduz o volume da carga orgânica de forma bastante expressiva. Além disso, ainda produz o gongocomposto, substrato considerado de pronto uso e que se mostra eficaz para produção de mudas.

A partir da comparação entre o gongocomposto e o vermicomposto produzidos na casa de vegetação do IFS *Campus* Aracaju verifica-se que o substrato produzido pelos diplópodes apresenta teores de nutrientes mais próximos do ideal em relação ao produzido pelas minhocas, no entanto esses teores distanciam-se daqueles observados por Antunes et al. (2018, 2021a, 2021b). Pode-se atribuir essa diferenciação qualitativa entre os compostos orgânicos produzidos neste trabalho aos fatores: tipo de material compostado, espécies de organismos detritívoros, associação com outros organismos decompositores, dentre outros fatores. Ainda, ao utilizar os compostos isoladamente ambos proporcionam baixa taxa de germinação e desenvolvimento deficiente das plântulas (sendo menor que o estimado pelo produtor das sementes), apesar disso observa-se melhor resultado com o uso do gongocomposto, pois houve menor mortalidade das mudas. Sugere-se que os dois compostos, tanto o gongocomposto quanto o vermicomposto, sejam utilizados em conjunto com outros tipos de substratos que, quando misturados, atendam as necessidades nutricionais específicas de cada planta e as propriedades físicas do solo para seu melhor desenvolvimento.

Das dificuldades encontradas na realização deste trabalho, estão: a busca ativa pelos diplópodes, que ocorreu nos horários iniciais da manhã (Bairro Capucho) e durante a noite (Bairro Getúlio Vargas), pois buscou-se usar o período de atividade dos organismos para facilitar sua captura, mas ainda assim foi necessário revirar a serapilheira para encontrar diplópodes; a dificuldade em identificar os gongolos a nível de espécie; e o fato de que o estudo da compostagem com gongolos ainda é recente no Brasil, tendo a região Sudeste como a pioneira e principal em estudos relacionados ao tema.

Pesquisas com gongocompostos ainda são recentes e muito pode-se desenvolver na área, como estudar a interação das diferentes espécies de diplópodes com os diferentes tipos de resíduos, identificar espécies ainda não catalogadas, ensaiar a eficácia da gongocompostagem para reduzir volume de lixões, ensaiar a fitotoxicidade do gongocomposto para diferentes espécies vegetais, verificar a eficiência do adubo para restauração de áreas degradadas e até mesmo propor ações de educação ambiental incentivando a gongocompostagem doméstica



para locais que geram grandes quantidades de materiais de poda, como condomínios, e desmistificando preconceitos em torno dos artrópodes.

Referências

ABRELPE. Roteiro para aproveitamento dos resíduos orgânicos. 2016. [Acesso em 2022 Jun 24]. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/download-roteiro-para-aproveitamento-dos-residuos-organicos/>.

ABRELPE. Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2022. 2022. [Acesso em 2022 Dez 15]. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama/>.

Amorim VF, Garcia NI, Silva FAL, Silva MT, Oliveira RF 2016. *Vermicompostagem doméstica como alternativa na decomposição de resíduos orgânicos*. 10º Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental, PUCRS, Porto Alegre, Rio Grande do Sul. [Acesso em 2022 Dez 07]. Disponível em: http://www.abes-rs.uni5.net/centraldeeventos/_arqTrabalhos/trab_20160929194143000000987.pdf.

Anjos JL 2015. *Manejo dos minhocários domésticos*. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros. 14p. [Acesso em 2022 Dez 20]. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1042106/1/Doc203.pdf>

Antunes LFS, Scoriza FN, Silva DG, Fernandes MEC 2016. Production and efficiency of organic compost generated by millipede activity. *Ciência Rural*, Santa Maria-RS, v. 46, n.5, p.815-819. [Acesso em 2022 Jun 29]. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20150714>.

Antunes LFS, Scoriza RN, França EM, Silva DG, Correia MEF, Leal MAA, Rouws JRC 2018. Desempenho agrônomo da alface crespa a partir de mudas produzidas com gongocomposto. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, [S. l.], v. 8, n. 3 [Acesso em 2022 Jun 23]. Disponível em: <https://doi.org/10.21206/rbas.v8i3.3009>.

Antunes LFS, Krahenbuhl JL, Dias GR, Correia MEF, Rumjanek NG 2020a. Gongocompostagem a partir de resíduos de poda no município de São Sebastião - litoral norte de São Paulo. In.: *Cadernos de Agroecologia* – ISSN 2236-7934 - Anais do XI Congresso Brasileiro de Agroecologia, São Cristóvão, Sergipe - v. 15, n. 2. [Acesso em 2022 Jun 23]. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1126505/1/Gongocompostagem-a-partir-de-residuos-de-poda-no-municipio.pdf>.

Antunes LFS, Ferreira TS, Silva MSRA, Queiroz MO, Silva DG, Correia MEFC 2020b. Produção de mudas de hortaliças: gongocomposto versus vermicomposto. In.: *Cadernos de Agroecologia*- Anais do XI Congresso Brasileiro de Agroecologia, São Cristóvão, Sergipe, v. 15, n. 2. [Acesso em 2022 Jun 23]. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1129144/1/gongocomposto-versus-vermicomposto.pdf>

Antunes LFS, Oliveira BAF, Souza CAS, Ferreira TS, Alves RS, Correia MEFC 2020c. Eficiência do gongocomposto na produção de mudas de brócolis. In.: *Cadernos de Agroecologia*- Anais do XI Congresso Brasileiro de Agroecologia, São Cristóvão, Sergipe - v. 15, no 2. [Acesso em 2022 Dez 13] Disponível em:



<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1129142/1/Eficiencia-do-gongocomposto-na-producao-de-mudas.pdf>.

Antunes LFS, Vaz AFS, Correia MEF 2021a. Gongocompostagem: Técnica Sustentável para a Obtenção de Composto Orgânico para o Cultivo de Mudanças de Brócolis. *Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science*. v.10, n.3, set.-dez. • p. 185-194. [Acesso em 2022 Nov 11]. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.21664/2238-8869.2021v10i3.p185-194>.

Antunes LFS, Souza RG, Krahenbuhl JL, Dias GR, Galvão da Silva D, Fernandes Correia ME 2021b. Eficiência de gongocompostos obtidos a partir de diferentes resíduos vegetais e sistemas de produção no desenvolvimento de mudanças de alface. *Nativa*, [S. l.], v. 9, n. 2, p. 147-156. [Acesso em 2022 Dez 15]. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/nativa/article/view/9432>.

Antunes LFS 2023. *Currículo do sistema currículo Lattes*. Atualizado em 19 jan. 2023. [Acesso em 2023 Jan 20]. Disponível em: <http://lattes.cnpq.br/3861744167184497>.

Araújo Neto SE, Azevedo JMA, Galvão RO, Oliveira EBL, Ferreira RLF 2009. Produção de muda orgânica de pimentão com diferentes substratos. *Ciência Rural*, v.39, n.5. [Acesso em 2022 Dez 13]. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/ffGHv4gQGXX6CKtkHn4jbWh/?format=pdf&lang=pt>.

Braga GNM 2012. Leitura do pH do Solo em Água e Cloreto de Cálcio. NA SALA COM GISMONTI Assuntos sobre Agronomia. [Acesso em 2022 Dez 13] Disponível em: <https://agronomiacomgismonti.blogspot.com/2012/09/leitura-do-ph-do-solo-em-agua-e-cloreto.html>.

Brasil 2010. Lei nº 12305, de 2 de agosto de 2010. *Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 e dá outras providências*. DOU, Brasília.

Brasil 2017. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento/Secretaria de Defesa Agropecuária. *Manual de métodos analíticos oficiais para fertilizantes e corretivos*. DOU, Brasília. 240 p.

Brasil 2020. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento/Secretaria de Defesa Agropecuária. *Instrução Normativa nº 61, de 8 de julho de 2020*. DOU, Brasília. [Acesso em 2022 Jun 29]. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-n-61-de-8-de-julho-de-2020-266802148>.

Bugni NOC, Antunes LFS, Marinho Guerra JG, Fernandes Correia ME 2019. Gongocomposto: substrato orgânico proveniente de resíduos de poda para produção de mudanças de alface. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, [S. l.], v. 9, n. 3 [Acesso em 2022 Nov 17]. Disponível em: <https://periodicos.ufv.br/rbas/article/view/8107>.

Bugni NOC, Antunes LFS, Guerra JGM, Correia MEF 2020. Consumo de folhas de diferentes espécies arbóreas pelo Diplópode *Trigoniulus Corallinus*. *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente, Maringá (PR)*, v. 13, n.4, p. 1551-1569, out./dez. 2020. [Acesso em 2022 Jun 23]. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1126628/1/Consumo-de-folhas-de-diferentes-especies-arboreas.pdf>.

Bugni NOC, Antunes LFS, Guerra JGM, Correia MEF 2021. Caracterização e uso de gongocomposto proveniente de resíduos de poda arbórea na produção de mudanças de rúcula. *Revista Brasileira de Agropecuária*



Sustentável, [S. L.], v. 11, n. 1, p. 151–160. [Acesso em 2022 Jul 16]. Disponível em: <https://periodicos.ufv.br/rbas/article/view/12072>.

Cavalcanti CF, Pinheiro MEC, Mocinho Junior MAA, Mesquita DZ, Nevez EF, Ferreira LM, Oliveira CM 2021. Reaproveitamento de resíduos orgânicos através da produção de diferentes tipos de compostos. *In.: Anais do V Encontro Internacional de Gestão, Desenvolvimento e Inovação (EIGEDIN)*. v. 5 n. 1. [Acesso em 2022 Jun 23]. Disponível em: <https://desafioonline.ufms.br/index.php/EIGEDIN/article/view/14126/9429>.

Conceição DNF, Batista IA, Farias IMS, Rocha RPS 2020. Produção de húmus de piolho-de-cobra (*Trigoniulus corallinus*) e utilização do composto orgânico em mudas e adubação em hortaliças. *In.: Jornada de Iniciação Científica e Extensão- JICE Instituto Federal do Tocantins. Tocantins*. [Acesso em 2022 Dez 21]. Disponível em: <https://propi.ifto.edu.br/index.php/jice/11jice/paper/viewFile/10117/4674>.

Embrapa 2005. *Manual de laboratórios: solo, água, nutrição, animal e alimentos*. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste. 334p.

Embrapa 2009. *Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes*. 2ª ed. Brasília, Distrito Federal: Embrapa Solos. 627p.

Embrapa 2017. *Manual de Métodos de Análise de Solo*. 3ª ed. Brasília, Distrito Federal: Embrapa Solos. 575p.

Eustáquio Júnior V, Pereira RTGP 2020. Reciclagem de papel branco com uso de gongolo na compostagem: Uma proposta de metodologia integradora no ensino de agroecologia. *In.: Cadernos de Agroecologia – ISSN 2236-7934 - Anais do XI Congresso Brasileiro de Agroecologia, São Cristóvão, Sergipe - v. 15, no 2*. [Acesso em 2022 Dez 21]. Disponível em: <http://cadernos.aba-agroecologia.org.br/cadernos/article/view/4324/3716>.

Faquin V 2005. *Nutrição mineral de plantas*. Curso de Pós-Graduação “Lato Sensu” a Distância: Solos e Meio Ambiente, Universidade Federal de Lavras. [Acesso em 2022 Dez 16]. Disponível em: https://dcs.ufra.br/images/imagens_dcs/pdf/Prof_Faquin/Nutricao%20mineral%20de%20plantas.pdf.

Field Museum 2022. *Milli-PEET: Key to Millipede Orders*. [Acesso em 2022 Jul 05]. Disponível em: <https://www.fieldmuseum.org/science/special-projects/milli-peet-class-diplopoda/milli-peet-millipedes-made-easy/milli-peet-key>.

Hipercultura 2022. Piolho de cobra: tire todas as suas dúvidas sobre esse estranho animal. Atualizado em 2022. [Acesso em 2022 Jun 28]. Disponível em: <https://www.hipercultura.com/piolho-de-cobra/>.

Inácio CT, Miller PRM 2009. *Compostagem: ciência e prática para a gestão de resíduos orgânicos*. 1ª ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 155p.

Karthigeyan M, Alagesan P 2011. Millipede composting: a novel method for organic waste recycling. *Recent Research in Science and Technology*, v.3, n.9, p.62-67. Índia. [Acesso em 2022 Jul 17]. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/236009249.pdf>.

Lima CAJ, Cardoso JLC, Magela A, Oliveira FGM, Talhari S, Junior, VH 2010. Pigmentação exógena em pododáctilos simulando isquemia de extremidades: um desafio diagnóstico provocado por artrópodos da classe



Diplopoda ("piolhos-de-cobra"). *Anais Brasileiros de Dermatologia*. Brasil. [Acesso em 2024 Mai 18]. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abd/a/ttnpKVbchHBCbdbqfmMzbBc/?lang=pt>.

Rocha C 2017. Conheça a gongocompostagem, opção vantajosa para produção de adubo orgânico. Embrapa. [Acesso em 2022 Jun 23]. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/29356327/conheca-a-gongocompostagem-opcao-vantajosa-para-producao-de-adubo-organico>.

Santos MS 2020. *Relação C/N, entenda o que é, e como pode influenciar no sistema plantio direto*. Equipe Mais Soja. [Acesso em 2022 Dez 13]. Disponível em: <https://maissoja.com.br/relacao-c-n-entenda-o-que-e-e-como-pode-influenciar-no-sistema-plantio-direto/>.

Sergipe 2014. *Plano intermunicipal de resíduos sólidos do agreste central sergipano: Diagnóstico regional dos resíduos sólidos-produto 2*. Panorama dos Resíduos Sólidos (PIRS/ACS), Aracaju/SE, 2014. p. 164. [Acesso em 2022 Jun 24]. Disponível em: https://consorcioagreste.se.gov.br/download/plano-intermunicipal-de-residuos-solidos-02-8d22a9c8d16623ad55ff47d-1-d2f8c825dd0da892aa06c1_6d906e93166f78d47465.pdf.

Silva JAB, Brandão ÉCTA, Santos ECO, Sousa IB, Lima MJDP 2021. *Vermicompostagem no IFS campus Aracaju: reciclagem de resíduos orgânicos para promoção da sustentabilidade*. In.: 18ª Semana Nacional de Ciência e Tecnologia-SNCT. Aracaju, SE.

Sobral LF, Barretto MCV, Silva AJ, Anjos, JL 2015. *Guia Prático para Interpretação de Resultados de Análises de Solo*. 1ª ed. Aracaju, Sergipe: Embrapa Tabuleiros Costeiros. 15p. [Acesso em 2024 Mai 23]. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1042994/guia-pratico-para-interpretacao-de-resultados-de-analises-de-solos>.

Solohumics 2022. *Mineralização e imobilização da Matéria orgânica no solo*. Solohumics Fertilizantes. Atualizado em 2022. [Acesso em 2023 Jan 04]. Disponível em: <https://solohumics.com.br/mineralizacao-e-imobilizacao-da-materia-organica-no-solo/>.

Szigethy L, Antenor S 2021. *Resíduos sólidos urbanos no Brasil: desafios tecnológicos, políticos e econômicos*. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) - modificado 2021. [Acesso em 2022 Nov 27]. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/cts/pt/central-de-conteudo/artigos/artigos/217-residuos-solidos-urbanos-no-brasil-desafios-tecnologicos-politicos-e-economicos>.

Vargas-Pineda OI, Trujillo-González JM, Torres-Mora MA 2019. *El compostaje, una alternativa para el aprovechamiento de residuos orgánicos en las centrales de abastecimiento*. Orinoquia. [Acesso em 2022 Dez 14]. Disponível em: <https://orinoquia.unillanos.edu.co/index.php/orinoquia/article/view/575>.

Zorzeto TQ 2011. *Caracterização física e química de substratos para plantas e sua avaliação no rendimento do morangueiro (Fragaria x ananassa Duch.)*. Dissertação. Instituto Agrônomo Curso de Pós-Graduação em Agricultura Tropical E Subtropical. Campinas, São Paulo, p. 109. [Acesso em 2022 Dez 15]. Disponível em <https://www.iac.sp.gov.br/areadoinstituto/posgraduacao/repositorio/storage/pb1214709.pdf>.