

REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS: UMA ANÁLISE INTEGRATIVA DA LITERATURA SOBRE AS FORMAS E BENEFÍCIOS DO REUSO DA PALHA DO CAFÉ

REUSE OF ORGANIC WASTE: AN INTEGRATIVE ANALYSIS OF THE LITERATURE ON THE FORMS AND BENEFITS OF COFFEE STRAW REUSE

Rayane de Almeida Gabriel Furtado

Acadêmica do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF. rayaneagfurtado@gmail.com

Bianca Magnelli Mangiavacchi

Professora e Coorientadora do Trabalho. Docente da Faculdade metropolitana São Carlos – FAMESC, Bom Jesus do Itabapoana-RJ. bmagnelli@gmail.com

Kelly Pinheiro dos Santos

Professora e Orientadora do Trabalho. Doutoranda em Ciências Ambientais e Conservação pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. kellypinheiros@yahoo.com.br

RESUMO

O resíduo orgânico ou lixo orgânico é considerado um tipo de lixo de origem biológica. Esses resíduos, de uma forma geral, são produzidos em escolas, residências, empresas e na natureza, por meio da decomposição de folhas, animais mortos etc. Existe um tipo de resíduo orgânico, que não recebe muito enfoque, que é a grande quantidade de palha de café produzida por agricultores, durante as colheitas de café. Apesar de haver muitos

agricultores que fazem a reutilização, uma parcela de agricultores não realiza o reaproveitamento, e desconhecem os benefícios do reuso da palha de café. O presente trabalho visa evidenciar através da análise integrativa da literatura como os resíduos orgânicos provenientes do cultivo do café, principalmente a palha de café, são utilizados por agricultores. Levando em conta a quantidade residual de palha gerada proveniente da agricultora cafeeira, o presente trabalho, justifica-se, pelo fato de a importância realizar de estudos como esse, devido a falta informação aos agricultores, sobre as formas de reuso do produto gerado, como, por exemplo, em forma de adubo orgânico. Utilizou-se como metodologia de estudo a pesquisa do tipo revisão integrativa da literatura para identificar os benefícios do uso da palha de café e as formas de reaproveitamento esse resíduo, além das técnicas para melhorar o produto residual, evidenciando a necessidade da implementação de ações para conscientizar a população sobre o reaproveitamento de resíduo orgânico e as vantagens desse processo.

Palavras-chave: Resíduo orgânico, reaproveitamento, palha de café, agricultores.

ABSTRACT

Organic waste or organic waste is considered a type of waste of biological origin. This waste, in general, is produced in schools, homes, companies and in nature, through the decomposition of leaves, dead animals, etc. There is a type of organic waste, which does not receive much focus, which is the large amount of coffee straw produced by farmers during coffee harvests. Although there are many farmers who reuse it, a portion of farmers do not reuse it, and are unaware of the benefits of reusing coffee straw. The present work aims to show through the integrative analysis of the literature how the organic residues from coffee cultivation, especially coffee straw, are used by farmers. Considering the residual amount of straw generated from the coffee plantation, the present work is justified by the importance of carrying out studies such as this one, due to the lack of information to farmers about the ways of reusing the generated product, such as, for example, in the form of organic fertilizer. An integrative review of the literature was used as a study methodology to identify the benefits of the use of coffee straw and the ways to reuse this waste, in addition to the techniques to improve the waste product, evidencing the need to implement actions to raise awareness among the population about the reuse of organic waste and the advantages of this process.

Keywords: Organic waste, reuse, coffee straw, farmers.

INTRODUÇÃO

Na atualidade, o aumento populacional e, conseqüentemente, o aumento na produção de lixo, torna fundamental e necessária a discussão de alternativas para a

disposição/aproveitamento de resíduos sólidos gerados por atividades humanas, pois tem proporcionado agravantes ambientais.

Em vários municípios do Brasil, há falta de planejamento urbano e preocupação com a sustentabilidade ambiental, principalmente, com relação ao solo e águas subterrâneas (SISINNO, 1996). O solo e os lençóis freáticos podem ser contaminados através da infiltração dos líquidos, os quais são chamados chorume, gerados pela passagem de água dos resíduos sólidos em decomposição e pode ocorrer até mesmo pelo simples processo de decomposição desses resíduos (TERA, 2014)

Com o aumento populacional, a quantidade de resíduo orgânico gerado tem aumentado e muitas pessoas desconhecem seu conceito e como proceder com seu descarte. Basicamente, os resíduos orgânicos são restos de animais ou vegetais descartados de atividades humanas. Os resíduos orgânicos são constituídos por restos de alimentos (carne, vegetais, frutas, ossos etc.), papel usado (higiênico, absorvente etc.), sacos de café e chá, cascas de ovos e sementes, folhas, caule, madeira, dejetos humanos. Eles degradam espontaneamente em ambientes naturais e reciclam os nutrientes nos processos da natureza (VGR, 2020).

No Brasil, grande parte do resíduo sólido é reciclado, e a outra constituída quase que totalmente por resíduo orgânico, correspondente a cerca de 50% do lixo doméstico, é mandada á aterros sanitários (D'ALMEIDA; VILHENA, 2000). Com o crescimento populacional e o intenso consumismo, o lixo se tornou um problema de grandes proporções, partindo desse princípio, se faz necessário encontrar alternativas para o seu tratamento, de modo que os impactos ambientais que os resíduos possam causar, sejam eliminados ou minimizados. Assim, realizar a separação, reciclagem e reaproveitamento, do que for possível, são soluções básicas que cada indivíduo pode tomar, objetivando reduzir os impactos que o lixo traz ao meio ambiente. Por isso, o reaproveitamento do resíduo orgânico na compostagem é uma ótima saída para reduzir a quantidade de lixo produzida (VGR, 2020).

Segundo dados do Ministério do Meio Ambiente, grande parte dos resíduos sólidos urbanos gerados no Brasil são resíduos orgânicos. Estes são reaproveitados de diversas formas, comum a compostagem, sendo um processo natural, onde micro-organismos, como fungos e bactérias, são responsáveis pela degradação de matéria orgânica, transformando-a em húmus, um material muito rico em nutrientes e fértil (VGR, 2020).

A compostagem pode ser realizada em escala doméstica, ou seja, os restos de alimentos de casa podem ser reaproveitados nas composteiras para o consumo próprio do

indivíduo, para a produção de hortaliças e espécies ornamentais de paisagismo. Porém, nota-se que poucas pessoas conhecem essa prática, e acabam por desperdiçar um rico adubo (VGR, 2020).

Além de trazer inúmeras vantagens ao meio ambiente, os resíduos sólidos reciclável e reutilizável, pode ser considerado um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda e promotor de cidadania, segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela lei no 12.305/10, que contém instrumentos fundamentais para permitir o avanço necessário ao enfrentamento dos principais problemas ambientais e socioeconômicos decorrentes do manejo inadequado dos resíduos sólidos. E preconiza reduzir a geração de resíduos por meio da mudança nos hábitos de consumo e do aumento da reciclagem e reutilização dos resíduos sólidos. A política também possui o objetivo de priorizar a destinação ambientalmente mais adequada dos rejeitos. Além disso, a PNRS determina ações como a eliminação dos lixões e a substituição por aterros sanitários (ECYCLE, 2022).

O Brasil, é o país que ocupa um lugar de destaque como o maior produtor mundial de café (CONAB, 2017), o que acaba levando a uma alta produção de resíduos orgânicos, no caso, a palha, a qual corresponde a aproximadamente 50% de todo resíduo produzido através do processamento do café (GARCIA et al., 2004), sendo que uma alta parcela de produtores não utilizam esse resíduo. Entre os resíduos orgânicos, a palha de café configura-se com um dos maiores potenciais para compor substratos: ela é responsável por gerar um ótimo desenvolvimento de plantas, portanto o desconhecimento sobre o processo acarreta perda econômica aos produtores (CALDEIRA et al., 2012).

O aumento populacional expressivo, e conseqüentemente, aumento na produção de resíduos sólidos, tanto em zonas urbanas, quanto em rurais, que não possuem uma destinação final adequada, justifica o presente trabalho com o tema que trata da importância do meio ambiente e das vantagens aos agricultores, sobre o reaproveitamento de resíduos orgânicos, onde se propõe possíveis práticas para o reaproveitamento e reutilização desses resíduos. Assim, tendo em vista os problemas ambientais atuais, a importância de abordar esse tema decorre do fato de haver um grande desperdício de resíduos orgânicos pelos agricultores, sendo que, esse resíduo poderia estar sendo aproveitado e usado como adubo orgânico de baixo custo, trazendo inúmeros benefícios para o solo e a vegetação. Dessa forma, esses resíduos estariam atuando como um bem econômico e de valor social, de modo que os agricultores não precisariam comprar fertilizantes químicos e ainda gerariam trabalho e renda, confeccionando um fertilizante orgânico.

METODOLOGIA

Trata-se de uma revisão integrativa de literatura sob método dedutivo. Como técnicas de pesquisa, onde foram coletadas fontes de artigos científicos publicados, sites, livros e revistas, foram desempenhadas pesquisas que se encontram em tais domínios Scielo, PubMed, bem como dados secundários disponibilizados por organismos oficiais vinculados ao Ministério da Agricultura e Meio Ambiente.

As palavras-chaves utilizadas para a análise na plataforma do Google acadêmica foram: “palha do café” AND “resíduos orgânicos”. O critério de seleção foi baseado nos trabalhos que apresentavam similaridade de conteúdo com a temática desse estudo. Inicialmente a busca encontrou 109 resultados que, após a leitura e a retirada daqueles que se encontravam em duplicidade e segundo os critérios de elegibilidade estabelecidos, forneceram 105 trabalho e documentos, que foram utilizados para a construção dos resultados desse estudo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Brasil é destaque mundial no cultivo de café, no ano de 2021, os agricultores de café conilon colheram uma das maiores safras, obtendo uma produção de aproximadamente 16,29 milhões de sacas de 60 quilos (CONAB, 2021). Já as lavouras de café arábica, apresentaram um desempenho inferior ao registrado na safra passada, apresentando uma produção desta variedade de aproximadamente 31,42 milhões de sacas, possuindo redução de 35,5% quando comparada com o ano passado (CONAB, 2021). Assim, o volume total de café produzido no país é de aproximadamente 47,72 milhões de sacas, com uma redução de 24,4%, comparado ao resultado apresentado na safra anterior (CONAB, 2021).

Associadas a essa grande produção de café, são geradas excesso de palha como subproduto do processamento dos grãos de café. (MALAVOLTA, 1993; SEDIYAMA et al., 2000). Essa palha de café, gerada a cada ano, após o processamento dos grãos de café, possui a proporção 1:1 de palha e grão beneficiados, isto é, a quantidade de café beneficiado equivale à quantidade de resíduos gerados pelo seu beneficiamento, e ainda, assim essa casca de café vem sendo desprezada por agricultores (BADOCHA et al., 2003; VANDERBERGHE et al., 1999; BRUM, 2007; GARCIA et al., 2004).

Resíduos sólidos: definição e classificação

A Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (2004) define os resíduos sólidos da seguinte forma:

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

Em 2010, foi sancionada a lei n.º 12.305 e instituída a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), objetivando atribuir diretrizes ao gerenciamento de resíduos sólidos no Brasil. A PNRS foi um marco no setor e é ela quem dispõe o modo como o país maneja todos os resíduos sólidos e, também, os rejeitos, onde é exigido o máximo de clareza possível, com relação ao gerenciamento de seus resíduos, pelos setores privados e públicos. De uma forma geral a PNRS, foi criada para tratar sobre a destinação final dos resíduos sólidos e dos rejeitos (MINOTTO, 2014).

Segundo a Política nacional de resíduos sólidos, lei de nº 12.305 de 2010 no Art. 3º, os resíduos sólidos tratam-se:

XVI – resíduos sólidos: 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).

Segundo a ABNT (ABNT, 2004), os resíduos são classificados em:

Classe I (Perigosos) - Inflamável, corrosivo, reativo, tóxico e patogênico;
Classe II (Não Perigosos) - restos de alimentos, sucata de metais ferrosos e não ferrosos, entre outros;
Classe IIA (Não Inertes) – São biodegradáveis, compostos combustíveis e solúveis em água;
Classe IIB (Inertes) - Quaisquer resíduos que não tenham constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor.

Existe ainda, outra classificação de resíduos sólidos, abordada na Resolução CONAMA nº 358, de 29 de abril de 2005 (Brasil, 2005), onde é declarado sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos. No Anexo I estão os grupos de resíduos de acordo com CONAMA nº 358, de 29 de abril de 2005:

I - GRUPO A: Resíduos com a possível presença de agentes biológicos que, por suas características de maior virulência ou concentração, podem apresentar risco de infecção.

a) A1

1. Culturas e estoques de micro-organismos; resíduos de fabricação de produtos biológicos, exceto os hemoderivados; descarte de vacinas de micro-organismos vivos ou atenuados; meios de cultura e instrumentais utilizados para transferência, inoculação ou mistura de culturas; resíduos de laboratórios de manipulação genética;
2. Resíduos resultantes da atenção à saúde de indivíduos ou animais, com suspeita ou certeza de contaminação biológica por agentes classe de risco 4, micro-organismos com relevância epidemiológica e risco de disseminação ou causador de doença emergente que se torne epidemiologicamente importante ou cujo mecanismo de transmissão seja desconhecido;
3. Bolsas transfusionais contendo sangue ou hemocomponentes rejeitadas por contaminação ou por má conservação, ou com prazo de validade vencido, e aquelas oriundas de coleta incompleta;
4. Sobras de amostras de laboratório contendo sangue ou líquidos corpóreos, recipientes e materiais resultantes do processo de assistência à saúde, contendo sangue ou líquidos corpóreos na forma livre.

b) A2

1. Carcaças, peças anatômicas, vísceras e outros resíduos provenientes de animais submetidos a processos de experimentação com inoculação de micro-organismos, bem como suas forrações, e os cadáveres de animais suspeitos de serem portadores de micro-organismos de relevância epidemiológica e com risco de disseminação, que foram submetidos ou não a estudo anatomopatológico ou confirmação diagnóstica.

c) A3

1. Peças anatômicas (membros) do ser humano; produto de fecundação sem sinais vitais, com peso menor que 500 gramas ou estatura menor que 25 cm ou idade gestacional menor que 20 semanas, que não tenham valor científico ou legal e não tenha havido requisição pelos pacientes ou familiares.

d) A4

1. Kits de linhas arteriais, endovenosas e dialisadores, quando descartados;
2. Filtros de ar e gases aspirados de área contaminada; membrana filtrante de equipamento médico hospitalar e de pesquisa, entre outros similares;
3. Sobras de amostras de laboratório e seus recipientes contendo fezes, urina e secreções, provenientes de pacientes que não contenham e nem sejam suspeitos de conter agentes Classe de Risco 4, e nem apresentem relevância epidemiológica e risco de disseminação, ou micro-organismo causador de doença emergente que se torne epidemiologicamente importante ou cujo mecanismo de transmissão seja desconhecido ou com suspeita de contaminação com príons;
4. Resíduos de tecido adiposo proveniente de lipoaspiração, lipoescultura ou outro procedimento de cirurgia plástica que gere este tipo de resíduo;
5. Recipientes e materiais resultantes do processo de assistência à saúde, que não contenha sangue ou líquidos corpóreos na forma livre;
6. Peças anatômicas (órgãos e tecidos) e outros resíduos provenientes de procedimentos cirúrgicos ou de estudos anatomopatológicos, ou de confirmação

diagnóstica;

7. Carcaças, peças anatômicas, vísceras e outros resíduos provenientes de animais não submetidos a processos de experimentação com inoculação de micro-organismos, bem como suas forrações; e

8. Bolsas transfusionais vazias ou com volume residual pós-transfusão.

e) A5

1. Órgãos, tecidos, fluidos orgânicos, materiais perfuro cortantes ou escarificantes e demais materiais resultantes da atenção à saúde de indivíduos ou animais, com suspeita ou certeza de contaminação com príons.

II - GRUPO B: Resíduos contendo substâncias químicas que podem apresentar risco à saúde pública ou ao meio ambiente, dependendo de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade.

a) Produtos hormonais e produtos antimicrobianos; citostáticos; antineoplásicos; imunossuppressores; digitálicos; imunomoduladores; antirretrovirais, quando descartados por serviços de saúde, farmácias, drogarias e distribuidores de medicamentos ou apreendidos e os resíduos e insumos farmacêuticos dos medicamentos controlados pela Portaria MS 344/98 e suas atualizações;

b) Resíduos de saneantes, desinfetantes; resíduos contendo metais pesados; reagentes para laboratório, inclusive os recipientes contaminados por estes;

c) Efluentes de processadores de imagem (reveladores e fixadores);

d) Efluentes dos equipamentos automatizados utilizados em análises clínicas;

e) Demais produtos considerados perigosos, conforme classificação da NBR-10.004 da ABNT (tóxicos, corrosivos, inflamáveis e reativos).

III - GRUPO C: Quaisquer materiais resultantes de atividades humanas que contenham radionuclídeos em quantidades superiores aos limites de eliminação especificados nas normas da Comissão Nacional de Energia Nuclear-CNEN e para os quais a reutilização é imprópria ou não prevista.

a) Enquadram-se neste grupo quaisquer materiais resultantes de laboratórios de pesquisa e ensino na área de saúde, laboratórios de análises clínicas e serviços de medicina nuclear e radioterapia que contenham radionuclídeos em quantidade superior aos limites de eliminação.

IV - GRUPO D: Resíduos que não apresentem risco biológico, químico ou radiológico à saúde ou ao meio ambiente, podendo ser equiparados aos resíduos domiciliares.

a) Papel de uso sanitário e fralda, absorventes higiênicos, peças descartáveis de vestuário, resto alimentar de paciente, material utilizado em antissepsia e hemostasia de venóclises, equipo de soro e outros similares não classificados como A1;

b) Sobras de alimentos e do preparo de alimentos;

c) Resto alimentar de refeitório;

d) Resíduos provenientes das áreas administrativas;

e) Resíduos de varrição, flores, podas e jardins; e

f) Resíduos de gesso provenientes de assistência à saúde.

V - GRUPO E: Materiais perfurocortantes ou escarificantes, tais como: lâminas de barbear, agulhas, escalpes, ampolas de vidro, brocas, limas endodônticas, pontas diamantadas, lâminas de bisturi, lancetas; tubos capilares; micropipetas; lâminas e lamínulas; espátulas; e todos os utensílios de vidro quebrados no laboratório (pipetas, tubos de coleta sanguínea e placas de Petri) e outros similares (Brasil, 2005).

Reaproveitamento de resíduos orgânicos

No Brasil, segundo LANA e PROENÇA (2021), os resíduos orgânicos constituem cerca de 50% de todo o resíduo sólido urbano gerado, seguido dos recicláveis secos (28%) e os rejeitos (22%). Esse alto valor da fração orgânica, torna mais evidente a importância de se adotar formas de reaproveitar estes resíduos evitando seu descarte indevido.

Os materiais orgânicos se degradam de forma espontânea e reciclam os nutrientes em processos como os ciclos do carbono e do nitrogênio, no meio ambiente. Um exemplo disso é o que ocorre com as folhas das árvores que caem no solo. No entanto, ao contrário do que muitos pensam, quando os materiais orgânicos são derivados de atividades antrópicas, produzidos em excesso e dispostos em locais irregulares, eles podem se transformar em sério problema ambiental (LANA; PROENÇA, 2021; AGUIAR et al. 2021, CASTILHOS JÚNIOR, 2006).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) determina que devem ser enviados para aterros sanitários os resíduos que não tenham mais nenhuma possibilidade de recuperação ou reciclagem, ou seja os rejeitos. Consoante a PNRS, os municípios são responsáveis pela implantação de sistemas de compostagem para resíduos orgânicos, assim como, por viabilizar formas de utilização do composto produzido. Isso, considerando que, pelos resíduos orgânicos serem facilmente reciclados, eles devem ser destinados para processos como a compostagem e a biodigestão (BRASIL, 2010).

Conforme Tenodi et al., 2020; Adelopo et al., 2018; Marinho, 2020, apesar disso, a maioria dos resíduos orgânicos, ainda seguem sendo disponibilizado para a coleta convencional sendo encaminhado para aterros sanitários ou, pior, para lixões, e essa falta e/ou errônea consideração com a finalidade dos resíduos orgânicos, tem impactos negativos, no entanto, poucos estudos são feitos, visando a comprovação de interferência nesses lixões e aterros, após um longo período de uso.

Essa distribuição de resíduos orgânicos, seja em lixões ou em aterros sanitários, acaba gerando chorume, que se trata de um líquido poluente, que possui cor escura com alto teor de matéria orgânica, que pode contaminar o ar, o solo e as águas superficiais e subterrâneas, gerando alterações em suas características biológicas e físico-químicas, trazendo riscos para a saúde humana, sobretudo, danos por metais pesados (AGUIAR et al., 2021, CASTILHOS JÚNIOR, 2006; HERRERO et al., 2020; LANA E PROENÇA, 2021) .

De acordo com Londe e Bitar (2011), Magalhães et al., (2020) e Silva et al., (2020), o

procedimento de reabilitação de um aterro sanitário, deve ser iniciado assim que a capacidade máxima for atingida, conforme o projeto do sistema de cobertura final dos resíduos, diminuindo os efeitos dos processos erosivos, reduzindo a infiltração de água e conferindo um adequado desenvolvimento da vegetação. No entanto, na maioria das vezes esse procedimento não é feito e isso somado aos resíduos sólidos urbanos aterrados instáveis, acarreta impedimento de uma reabilitação desta área, gerando variados impactos negativos. Desse modo, uma avaliação e fiscalização nas mudanças das características de solos em cima de aterros, seriam de grande importância e permitiriam, ainda, conseguir calcular os impactos ambientais gerados e cogitar possíveis correções (MARQUES et al., 2021).

Segundo Lana e Proença, (2021), essa disposição também tem como resultados a emissão de maus odores, o que acaba facilitando a proliferação de vetores de doenças, como, por exemplo, insetos e roedores, e acarreta ainda, na emissão de metano, sendo um gás de efeito estufa, contribuinte para o aquecimento global. Assim, esses problemas são, de uma forma parcial, corrigidos através da captação e tratamento do chorume gerado, com o recobrimento diário dos resíduos e com a drenagem e queima do gás metano. No entanto, o melhor destino para resíduos orgânicos é que ele seja reciclado por processos como a compostagem e a biodigestão, que de forma, quase que integral dissipam os problemas encontrados em lixões e aterros sanitários e acaba tendo como consequência o retorno dos resíduos orgânicos a seu papel natural, o de fertilizar os solos.

Conforme Paiva e Sperandio, (2020), os resíduos orgânicos podem ser reaproveitados, na fabricação de materiais cimentícios. Considerando que a indústria da construção civil, configura-se uma das atividades que mais geram impactos ambientais, como, por exemplo, o uso exagerado de recursos naturais, como a areia, tem aumentado, cada vez mais os estudos de viabilidade da utilização de variados usos de resíduos orgânicos, que acabam minimizando esses impactos em sendo mais sustentáveis. Assim existem estudos que tornam viável a fabricação de materiais cimentícios, utilizando resíduos orgânicos, como, por exemplo, cinzas da casca de café, resíduo qual possui uma ampla disponibilidade e pode gerar argamassas, as quais não precisem de grandes esforços de compressão (PAIVA; SPERANDIO, 2020).

Uma alternativa de reaproveitamento com um grande potencial, é utilização dos resíduos como componente alternativo de substrato, pois podem ser adquiridos por preços baixos de forma acessível. Existem outros componentes consolidados no mercado, como a casca de arroz carbonizada e a fibra de coco, e cada vez mais é investigado e explorado sobre o uso de casca de café carbonizada, como componente de substrato alternativo na

produção de mudas de espécies florestais. Dessa forma, esses resíduos acabam sendo transformados em fontes de renda alternativas e geram impactos positivos na sociedade e no meio ambiente (ALMEIDA et al., 2021; FREITAS et al., 2010; MELO et al., 2014).

Na cafeicultura, acontecem os processos de limpeza e beneficiamento do café, onde, são gerados uma elevada quantidade de resíduos e restos culturais, como, por exemplo, ramos, folhas, grãos quebrados e palha, onde a maioria não são reaproveitados. Dessa forma, são estudadas alternativas de reaproveitamento para os resíduos da palha de café onde as principais são a utilização como combustível, como substrato para o desenvolvimento de microrganismos, como adubo orgânico e ração para animais, além de, ser usado para suprir a demanda de insumos agrícolas e gerar uma baixa nos gastos com a cultura de café, para os agricultores (GOUVEA et al., 2009; TEIXEIRA, 2002; VEGRO, CARVALHO, 1994).

Na maioria das vezes, os resíduos orgânicos acabam não recebendo nenhum tratamento devido ou não são reaproveitados, sendo de uma forma muito errônea depositados no meio ambiente de forma inadequada. E considerando, também, os resíduos provenientes da cafeicultura, com uma grande produção anual, esse descarte incorreto pode acarretar a sérios problemas ambientais relacionados ao solo, lençol freático e rios (PEREIRA, 2021). Assim, a realização ações e técnicas para o reaproveitamento desses resíduos podem ocasionar a diminuição do impacto ambiental gerado pelo seu descarte incorreto, um aumento na renda do produtor, concedendo ao resíduo que antes era considerado lixo, valor econômico, além de fazer progredir as regiões onde se tem uma alta disponibilidade de resíduos (BRUM, 2007).

Compostagem

A compostagem, trata-se de um processo biológico aeróbio e controlado, onde acontece a transformação de resíduos orgânicos em resíduos estabilizados, possuindo propriedades e características completamente diferentes do material que lhe deu origem (BIDONE, 2001).

Em outras palavras, a partir da mistura de restos de alimentos, frutos, folhas, esterco, palhadas, ocorre um processo intermediado por microrganismos, onde se tem como resultado um adubo orgânico homogêneo estável, solto, com cor escura e sem odor, podendo ser usado em qualquer cultura sem ocasionar dano e proporcionando uma

melhoria nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (SOUZA, et al, 2001).

A norma NBR 13591:1996 define compostagem como:

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

A compostagem é considerada uma alternativa de gestão do resíduo sólido, que além de evitar que os gases e chorume gerados durante sua degradação, causem danos ao meio ambiente, ainda possibilita a obtenção de composto orgânico aplicável na agricultura. (BARROS, 2012). Essa é considerada uma técnica simples e de baixo custo, provavelmente, o mais antigo sistema de tratamento biológico utilizado pelo ser humano e que, possivelmente, foi utilizado pelas antigas civilizações como uma forma natural de reciclagem dos nutrientes presentes nos resíduos resultantes de suas atividades diárias (KIEHL, 2002; PEREIRA-NETO, 2007; MANO et al., 2010).

Esse reaproveitamento dos resíduos orgânicos é processado pela ação dos microrganismos presentes nos mesmos, os quais tem responsabilidade sobre a decomposição e/ou estabilização biológica da matéria orgânica, para transformá-la em compostos e húmus (MANO et al., 2010). Esses microrganismos produzem enzimas responsáveis por transformar as formas complexas de carboidratos em formas simples, onde elas são utilizadas como fonte de energia e carbono pelas bactérias (CAMPBELL, 1999).

Como as bactérias são microrganismos responsáveis pela quebra inicial de moléculas orgânicas de fácil degradação, o que acaba gerando novos compostos e liberação de calor, na compostagem, basicamente encontram-se três categorias de bactérias: as criófilas, as mesófilas (maior número) e as termófilas, que atuam em temperaturas em torno de 13, 25 e acima de 40°C, respectivamente (KIEHL, 2002). Também são encontrados os fungos, que possuem a função de degradar compostos carbonáceos e substâncias não decompostas por bactérias, sendo que estes micro-organismos se reproduzem em ambientes de altas temperaturas e baixa umidade (PEREIRA-NETO, 2007).

As transformações dos resíduos, que acontecem através da ação de micro-organismos, podem ser subdivididas em duas etapas: uma física (desintegração) e outra química (decomposição). No decorrer do processo de compostagem, ocorre o desprendimento de gás carbônico, energia e água (vapor), por conta a ação dos

microrganismos, sendo que parte da energia é usada para o crescimento dos microrganismos e o resto é liberada como calor, resultando no aquecimento do material que está sendo compostado, o qual atinge uma temperatura elevada, resfria e atinge estágio de maturação. Posteriormente a maturação, o adubo orgânico, também chamado composto orgânico ou húmus, estará pronto, o qual é formado de partes resistentes dos resíduos orgânicos, produtos decompostos e microrganismos mortos e vivos. (SOUZA et al., 2001).

A compostagem dos resíduos orgânicos acontece em fases, sendo elas muito diferentes umas das outras, a saber:

1ª) Fase mesofílica: Nessa fase da compostagem, os fungos e as bactérias mesófilas (ativas a temperaturas próximas da temperatura ambiente) começam a se proliferar na matéria orgânica aglomerada na composteira, fazendo a decomposição do lixo orgânico. Primeiro são metabolizadas as moléculas mais simples. Nessa fase, as temperaturas são moderadas (cerca de 40°C) e dura em torno de 15 dias.

2ª) Fase termofílica: É a fase mais longa da compostagem, podendo se estender por até dois meses, dependendo das características do material que está sendo compostado. Nessa fase, entram em cena os fungos e as bactérias denominados de termófilos, que são capazes de sobreviver a temperaturas entre 65°C e 70°C, à influência da maior disponibilidade de oxigênio – promovida pelo revolvimento da pilha inicial. A degradação das moléculas mais complexas e a alta temperatura ajudam na eliminação de agentes patógenos.

3ª) Fase da maturação: É a última fase do processo de compostagem, podendo durar até dois meses. Nessa fase da compostagem, há a diminuição da atividade microbiana, da temperatura (até se aproximar da temperatura ambiente) e da acidez. É um período de estabilização que produz um composto maturado. A maturidade do composto ocorre quando a decomposição microbiológica se completa e a matéria orgânica é transformada em húmus, livre de toxicidade, metais pesados e patógenos. O húmus é um material estável, rico em nutrientes e minerais, que pode ser utilizado em hortas, jardins e para fins agrícolas, como adubo orgânico, devolvendo à terra os nutrientes de que necessita e evitando o uso de fertilizantes sintéticos. (ECYCLE, 2012)

De uma forma geral, a compostagem pode ocorrer de três formas: automática, seca ou vermicompostagem. Na compostagem automática é usada uma composteira mecânica, que utiliza micro-organismos patenteados, os quais se multiplicam em altas temperaturas, alta salinidade e acidez, conferindo assim uma forma fácil, prática e sustentável de se fazer compostagem em casa; já a compostagem seca, se trata de um processo de degradação da matéria orgânica, realizada por microrganismos (bactérias e fungos), resultando na geração de húmus, sendo um material riquíssimo em nutrientes e pode ser usado como adubo. E a vermicompostagem, que possui o mesmo princípio da compostagem seca, no entanto, na vermicompostagem, durante o processo de degradação, são adicionadas

minhocas para digerir a matéria orgânica e essas aceleram esse processo, de modo, que as minhocas facilitam o trabalho dos fungos e bactérias (ECYCLE, 2012).

A vermicompostagem, recebe esse nome, pois é compostagem que faz o uso das minhocas, podendo ser realizada em casas e apartamentos com uso da composteira doméstica. Esse processo consome menos energia e tempo para produção do composto com relação à compostagem seca, pois as minhocas realizam a fragmentação da matéria orgânica, facilitando o trabalho dos micro-organismos. Através dessa técnica, acontece a formação do vermicomposto, que nada mais é do que o produto obtido por meio da ação das minhocas em resíduos orgânicos. O vermicomposto ou húmus de minhoca, trata-se, basicamente de matéria orgânica “reciclada”, sendo um ótimo adubo orgânico, muito rico em flora bacteriana e que, além disso, é mais estável quanto ao pH, à relação carbono/nitrogênio e às propriedades físicas, químicas e biológicas, ajudando no bom desempenho das culturas (ECYCLE 2012; CORRÊA, SANTOS, 2015; RICCI, 1996).

Nessa técnica, as minhocas são muito importantes, pois atuam na fertilização e recuperação dos solos e possuem a capacidade de escavar os terrenos mais duros. Esse verme consegue ingerir terra e matéria orgânica, de forma proporcional ao seu próprio peso, e ainda digerir e expelir cerca de 60% do que comeu sob a forma de húmus (ECYCLE, 2012; CORRÊA, SANTOS, 2015).

Segundo cientistas, a minhoca mais indicada para a vermicompostagem é a detritívora, por se alimentar de matéria orgânica morta, suportando as adversidades de temperatura e acidez, que se observam em um processo de decomposição, além de serem capazes de se reproduzirem conforme a quantidade de alimento disponível, significando que elas são melhores para a criação em cativeiro. Considerando as características descritas, a espécie mais utilizada é a *Eisenia Andrei* (espécie Epígea), também chamada de, vermelha da Califórnia ou minhoca dos resíduos orgânicos. Essas minhocas conseguem processar uma grande variedade de materiais em pouco tempo, gerando a aceleração da maturação do composto, possuindo uma alta atividade, taxa de conversão do composto em húmus e alta taxa de reprodução (ECYCLE, 2012; CORRÊA, SANTOS, 2015; RICCI, 1996).

Biodigestão

A biodigestão de resíduos, trata-se de um processo fermentativo que estabiliza os resíduos sólidos transformando-os em compostos simples e que se parece com a compostagem, no entanto, é totalmente anaeróbio (sem presença de oxigênio), e sem a liberação de nenhum gás para a atmosfera e com o benefício de aceitar qualquer resíduo orgânico, inclusive dejetos de animais e humanos, possuindo como subprodutos o biogás e o biofertilizante, que podem ser aproveitados (ECYCLE, 2012; CHERNICHARO, 1997 apud OLIVEIRA, 2012; RODRIGUES et al., 2012).

Segundo Arruda et al. (2002) e Gaspar (2003) os biodigestores são, basicamente, reservatórios fechados onde ocorrem processos anaeróbios, em que bactérias atuam na decompondo a matéria orgânica (biomassa), passando de moléculas mais complexas para aquelas com estruturas mais simples. Através da conversão de resíduos orgânicos em biofertilizantes e adubo orgânico, ocorre uma diminuição da emissão dos gases amônia, metano e controle de odores.

O método utilizado é muito simples. Para iniciar o processo, o biodigestor deve ser alimentado de forma periódica, com matéria orgânica, tanto em forma sólida quanto líquida, e água suficiente para sua capacidade, sendo matéria orgânica que pode ser usada no biodigestor podem ser os de produção vegetal, como, por exemplo, folhas, palhas, restos de cultura, de produção animal, como, por exemplo, esterco e urina, de atividades humanas, como, por exemplo, fezes, urina, lixo doméstico e resíduos industriais (WALKER, 2009; VGR, 2021).

Todavia, é imprescindível deixar livre 25% do volume do equipamento para a acumulação do gás produzido. Essa matéria orgânica deve ser triturada ou reduzida ao menor tamanho possível. A mistura deve ser agitada periodicamente, de modo a garantir a homogeneidade do processo de fermentação (VGR, 2021). O período em que os resíduos vão ficar retidos dentro do biodigestor precisa ser vigiado e controlado, até que a fermentação ocorra de forma total. Dessa forma, se faz mais do que necessário ficar atento, ao resíduo orgânico utilizado e a temperatura ambiente, pois quanto mais alta a temperatura ambiente, mais rápida será a fermentação.

O biogás que se acumula na parte superior do digestor vai ser posteriormente extraído por tubos para tanques de armazenamento. Após o término da fermentação, o lodo (uma mistura de sólidos e líquidos) será extraído por tubos (VGR, 2021).

De acordo com Chernicharo (1997) apud Laufer (2008), Mari (2014), Siqueira (2012), VGR 2021, a decomposição dos resíduos orgânicos acontece em quatro fases dentro do biodigestor: (1) hidrólise: as cadeias complexas de carboidratos, proteínas e lipídios são divididas em pequenos pedaços solúveis (açúcares, aminoácidos e gorduras), por bactérias hidrolíticas que secretam enzimas extracelulares; (2) acidificação ou estágio de fermentação: ocorre a fermentação dos compostos solúveis da fase anterior em ácidos graxos voláteis, alcoóis, hidrogênio e CO₂; (3) acetanogênese: geração de ácido acético (CH₃COOH), hidrogênio (H₂) e dióxido de carbono (CO₂) e odores desagradáveis, através da oxidação de ácidos orgânicos como fonte de carbono, por bactérias acetogênicas; e (4) metano ou formação de fases metanogênicas: decomposição dos produtos da acetanogênese e geração de metano, por bactérias metanogênicas.

Existem variados biodigestores, desenvolvidos em diferentes países, mas de maneira geral, eles são classificados, segundo o sistema de abastecimento da matéria-prima, como de batelada, contínuo e semicontínuo. No primeiro modelo, a matéria-prima é colocada e o biodigestor só é aberto quando termina a produção de biogás, logo os resíduos são retirados e adicionada uma nova remessa de matéria-prima. Já nos modelos de abastecimento contínuo a matéria-prima pode ser colocada de forma contínua, não havendo a necessidade de esperar terminar a digestão da matéria orgânica dentro do biodigestor. E nos modelos semicontínuo, as cargas e descargas de matéria-prima podem ser feitas em certos períodos durante o processo de biodigestão. No Brasil, os modelos mais usados são do tipo “indiano” e “chinês”, sendo de abastecimento contínuo (DEGANUTTI et. al., 2002).

Como já mencionado, os modelos mais utilizados no Brasil são o indiano e o chinês. O modelo de biodigestor Indiano, foi o primeiro colocado em funcionamento regular, no início do século XX, em Bombaim, na Índia (SGANZERLA, 1983). Este modelo de biodigestor tem uma campânula flutuante em cima do substrato em biodigestão ou em água. A estrutura desse biodigestor possui uma parede central para dividir o tanque de fermentação, permitindo assim a circulação do material, misturando o substrato e possibilitando a biodigestão e durante esse procedimento, a pressão tem de ser mantida constante. Esse modelo é muito vantajoso, por ser de fácil construção, no entanto, o gasômetro de metal, acaba encarecendo o gasto final, tornando inviável a instalação do mesmo (DEGANUTTI et al., 2002).

Já o biodigestor do modelo chinês é rústico, construído em alvenaria abaixo do nível do solo normalmente (COLDEBELLA, 2006). No modelo chinês, certa parte do gás gerado dentro na caixa de saída é liberada para a atmosfera, o que acaba diminuindo a pressão

interna do gás, de uma forma parcial. Considerando isso, a construção desses biodigestores, não é recomendável para instalações de grande porte (LUCAS JUNIOR, 1987).

Diferente do modelo indiano, mencionado anteriormente, no modelo chinês não é necessário a utilização de gasômetro em chapa de aço, construído em alvenaria, podendo acontecer problemas com vazamento do biogás se a estrutura não possuir uma boa vedação e impermeabilização, entretanto, isso gera uma redução nos custos (DEGANUTTI et al., 2002). Assim, além de uma redução nos custos, esse modelo apresenta ainda como vantagem, estarem mais protegidos das variações climáticas da superfície, em decorrência de serem construídos abaixo do solo, interferindo na produção de biogás (ANDRADE et al., 2002).

No processo de biodigestão em um biodigestor são formados dois subprodutos, o biogás e o biofertilizante (RODRIGUES et al., 2012). Segundo Zanandréa (2010), Amaral et al. (2004), Perminio (2013), o biogás é formado através da mistura gasosa, contendo, principalmente gás metano, e uma mistura de outros gases, como o dióxido de carbono, hidrogênio, nitrogênio, gás sulfídrico e amônia, resultando da fermentação anaeróbia da matéria orgânica, causada por certas bactérias anaeróbias, as bactérias metanogênicas.

Segundo Coldebella (apud ZANANDRÉA, 2010), o biogás é um produto da ação digestiva das bactérias metanogênicas, tendo como componente principal o gás carbônico (CO_2) e metano (CH_4), e apresenta ainda traços de nitrogênio (N), hidrogênio (H) e gás sulfídrico (H_2S). A composição do biogás pode variar conforme os fatores climáticos, o tamanho, a quantidade e a biomassa colocada dentro do biodigestor. Essa composição do biogás possui ainda alguns fatores determinantes, como a biomassa, as condições favoráveis às atividades bacterianas anaeróbias e a temperatura em que o biodigestor irá operar, de modo que os microrganismos possam melhor desempenhar suas atividades, pois as bactérias que atuam no processo de digestão anaeróbia são mesofílicas, e, dessa forma, a melhor temperatura para o seu desenvolvimento fica entre 20 e 45 °C (ZANANDRÉA, 2010; SANTANA et al., 2012).

Outro subproduto formado pela biodigestão é o biofertilizante, um efluente, que basicamente é uma biomassa sob o estado líquido, rico em nutrientes e húmus, que possui alto teor de nitrogênio, fosfato, potássio e demais nutrientes em decorrência da perda de carbono, sendo considerado como um produto de toda reação, e não somente um subproduto relevante para a agricultura. Esse efluente resultante do processo de fermentação anaeróbia pode ser usado como adubo em cultivos de culturas e pastagens,

causando o enriquecimento do solo. O baixo custo é uma das principais vantagens do uso de biofertilizantes na agricultura (BARBOSA, LANGER, 2011; ARRUDA et al., 2002).

De acordo com Barrera (2003), o pH médio do biofertilizante é de 7,5, isto é, levemente alcalino, fator que pode reduzir a acidez do solo e ajudar no aumento da produtividade. Essa característica dos biofertilizantes, mostram mais uma vantagem de seu uso, sendo a não geração de problemas quanto à acidez e degradação do solo, o que acontece quando se faz o uso de fertilizantes de origem química.

A utilização do biodigestor caseiro surgiu como alternativa para a redução do resíduo sólido orgânico residencial, causador de cerca de 60% do volume do lixo produzido nas residências brasileiras (RODRIGUES et al., 2012; OLIVEIRA et. al., 2005). O principal destino desse material, ainda são os aterros sanitários e os lixões, sendo que essa biomassa produzida pela decomposição da matéria orgânica dentro de um biodigestor pode ser utilizada como adubo, assim como o biogás gerado pode ser utilizado para fins energéticos (FERNANDES; TESTEZLAF, 2002) OLIVEIRA et. al., 2005).

A utilização de biodigestores possui inúmeras vantagens que devem ser consideradas, como, por exemplo, a sua simplicidade de operação, manutenção e controle; o baixo custo operacional e de implantação; a eficiência na remoção das diversas categorias de poluentes; uma elevada vida útil e a possibilidade de recuperação de matéria orgânica e formação de subprodutos úteis como o biofertilizante e o biogás. (SAMILAK et al., 2010)

Impacto do uso de palha de café no solo, na vegetação e na economia

O Brasil é destaque mundial no cultivo de café, no ano de 2021, os agricultores de café conilon colheram uma das maiores safras, obtendo uma produção de aproximadamente 16,29 milhões de sacas de 60 quilos. Já as lavouras de café arábica, apresentaram um desempenho inferior ao registrado na safra passada, apresentando uma produção desta variedade de aproximadamente 31,42 milhões de sacas, possuindo redução de 35,5% quando comparada com o ano passado. Assim, o volume total de café produzido no país é aproximadamente 47,72 milhões de sacas, com uma redução de 24,4%, comparado ao resultado apresentado na safra anterior (CONAB, 2021).

Dentre os países, ocupando um lugar de destaque como o maior produtor mundial de café é o Brasil (CONAB, 2017), o que acaba levando a uma alta produção de resíduos orgânicos, no caso, a palha, onde, aproximadamente 50% de todo resíduo produzido

através do processamento do café é, justamente a palha (GARCIA et al., 2004), sendo que uma alta parcela de produtores não utilizam esse resíduo. E esses produtores acabam perdendo, pois, entre os resíduos orgânicos, a palha de café configura-se com um dos maiores potenciais para compor substratos: ela possui um ótimo desenvolvimento de plantas (CALDEIRA et al., 2012).

De acordo com Garcia et al. (2004) essa palha de café, gerada a cada ano, após o processamento dos grãos de café, possui a proporção 1:1 de palha e grão beneficiados, isto é, a quantidade de café beneficiado equivale à quantidade de resíduos gerados pelo seu beneficiamento, e ainda, assim essa casca de café vem sendo desprezada por agricultores (BADOCHA et al., 2003; VANDERBERGHE et al., 1999; BRUM, 2007). Essa palha ou o resíduo, gerado durante o beneficiamento de café é constituído, por epicarpo (casca), endocarpo (pergaminho), mesocarpo (polpa ou mucilagem) e película prateada (MATIELLO, 1991).

Um melhor conhecimento sobre as características dos resíduos orgânicos e sua serventia na agricultura é essencial para determinar protocolos de uso de modo que contribua para o meio ambiente e para a economia agrícola, concebendo uma agricultura mais sustentável (BERILLI et al., 2017). Assim, a utilização de palha de café como adubo, tem sido, cada vez mais estudado por autores como Cunha et al. (2014), Mendonça et al. (2014), Meneghelli et al. (2016) na produção de mudas de alface e couve, freijó, café conilon, respectivamente.

Dentre os estudos que tem sido realizado para dar finalidades para a palha de café, existem alguns específicos para as partes constituintes da palha de café, onde o epicarpo (casca) e o mesocarpo (polpa ou mucilagem) apresentam como possibilidade, a utilização como substrato para crescimento de microrganismos, combustível, ração para animais, adubo orgânico etc. (BARCELOS et al., 1992; VEGRO; CARVALHO, 1994; GOUVEA et al., 2009). Já, sobre as possibilidades de uso do endocarpo (pergaminho) são pouco estudadas, por conta de sua composição e estrutura química, possuindo altos teores de lignina, sílcio e baixos teores de nitrogênio e potássio, os quais acabam impossibilitando seu uso na alimentação animal e como adubo orgânico (BRAHAN; BRESSANI, 1978; RIBEIRO FILHO et al., 2000).

A exigência de potássio é proporcional a nitrogênio, nas adubações, e a sua disponibilidade aos vegetais pode ser prejudicada, por conta da mobilidade dos nutrientes no perfil do solo (KEPKLER; ANGHINONI, 1996), outro fator que pode prejudicar a disponibilidade desses nutrientes ao solo são as perdas por lixiviação (CERETTA et al.,

2002), assim, o manejo incorreto da adubação usando potássio pode trazer problemas ambientais e/ou econômicos, onde, considerando os produtores de café, o uso de doses altas de adubo contendo potássio na cultura do café, pode causar perdas consideráveis. Dessa forma, os cafeeiros ao realizarem uma troca desse fertilizante químico contendo potássio, por palha de café, eles teriam como evitar essas possíveis perdas e ainda fazer o uso de uma adubação mais econômica, utilizando assim os frutos de sua lavoura em sua totalidade (MALAVOLTA, 1986).

O potássio é considerado, com relação à quantidade, o segundo nutriente mineral solicitado pelas plantas (MARSCHNER, 1995). O potássio possui diversas funções, como, por exemplo, equilibrar as cargas dos ânions, intervindo na sua absorção e transporte; promover a manutenção do potencial osmótico e da absorção de água, através da atuação na abertura estomatal, além de atuar na fotossíntese, aumentando diretamente o crescimento foliar e o índice de área foliar e, conseqüentemente, a assimilação de CO₂ (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Quando há uma falta desse nutriente um dos sintomas que evidenciam essa ausência é a clorose em manchas ou marginal, que acaba evoluindo para uma necrose, principalmente nos ápices foliares, nas margens e entre nervuras. Caules delgados e fracos, com regiões intermodais anormalmente curtas, são características de plantas deficientes em potássio (TAIZ; ZEIGER, 2004). Outros sintomas que também podem ser observados como consequência da falta de K em cultura de café são, ramos com frutos que podem morrer da ponta a base, a planta apresentar uma baixa tolerância a seca e ao frio, ocorrência de um aumento da porcentagem de frutos chochos e uma redução no tamanho dos grãos (MALAVOLTA et al., 1993).

De acordo com ROSOLEM et al., (2003), a palhada pode ser considerada um reservatório com uma quantidade enorme de potássio em um curto prazo no sistema de plantio direto, pois, após a colheita ou morte das plantas ele pode voltar ao solo, com muita agilidade, estando disponível para as culturas, e isso se deve ao fato do potássio não possuir funções estruturais nas plantas, mantido na forma iônica nos tecidos, e, não estar incorporado às cadeias carbônicas da matéria orgânica.

A maioria dos solos das regiões tropicais, são caracterizados por possuir baixos teores de nutrientes e matéria orgânica, demonstrando fertilidade baixa, e isso é consequência das altas temperaturas e precipitações, configurando um dos principais fatores de limitação para produção agrícola (JORDAN, 1985; VALE JÚNIOR, 2005; BISSANI et al., 2004). As perdas por lixiviação e a instabilidade dos nutrientes no perfil do solo pode

prejudicar a disponibilidade aos vegetais e a escolha das doses, épocas e fontes de nutrientes mais adequados na fertilização do solo (KEPKLER; ANGHINONI, 1996; CERETTA et al., 2002).

Conforme Bayer e Mielniczuk (1999), a matéria orgânica, em solos tropicais e subtropicais intemperados, é fundamental para a retenção de cátions, o fornecimento de nutrientes às culturas, aeração, complexação de elementos tóxicos, atividade microbiana, retenção e infiltração de água, atuando como peça-chave na capacidade produtiva.

O uso dos resíduos orgânicos no solo acarreta inúmeros benefícios, atuando sobre a sua atividade biológica e condições físicas, além de funcionar como nutriente e agir no desenvolvimento de culturas presentes nesse solo (KANG et al., 1981; WADE; SANCHEZ, 1983, HULUGALLE et al., 1986). No entanto, esses resultados da utilização de resíduos vegetais sobre o solo e as culturas dependem de sua degradação e da taxa de transformação de nutrientes. Assim, os resíduos vegetais, que se decompõem de maneira mais lenta, irão disponibilizar uma menor quantidade de nutrientes para as plantas, mas podem influenciar as condições físicas do solo, enquanto resíduos que possuem uma decomposição mais rápida, terão um resultado oposto (TIAN et al., 1995). Isso, considerando, que existem diversos fatores que interferem na decomposição da matéria orgânica do solo, sejam eles de natureza química, biológica e física, onde os principais fatores são as condições edafoclimáticas (temperatura, pH, umidade, teores de oxigênio e nutrientes no solo) e a qualidade do substrato (fração solúvel, nutrientes, lignina, polifenóis e as relações C/N). (ALEXANDER, 1977; KIEHL, 1985; TESTA, 1989; PAUL; CLARK, 1996).

A adubação é considerada um dos tratamentos culturais mais importantes, para aumentar e manter a produtividade do agricultor e cafeeiro. O gasto com fertilizantes equivale à aproximadamente 30% do custo total da produção em culturas anuais (FAGERIA, 1998). Dito isto, quando o agricultor está passando por uma situação econômica desfavorável ou, até mesmo, quando está havendo uma crise no setor, uma das primeiras formas de cortar gastos, pensada, é justamente, a adubação do cafezal, o que feito sem racionalidade, acaba resultando em uma queda na produtividade e um aumento no custo de produção (MALAVOLTA et al., 1993).

Outro erro dos agricultores e cafeeiros é basear a adubação, somente nas quantidades dos nutrientes exportados nos grãos, determinada através de uma análise química dos frutos, porém é imprescindível considerar a quantidade dos elementos minerais necessários para a estabilidade da planta e para a produção de novos ramos, folhas e raízes, e essa quantidade pode ser determinada através de uma análise foliar (MALAVOLTA

et al., 1993). Dessa forma, a realização da adubação orgânica, utilizando resíduos gerados na própria unidade rural, como por exemplo, a palha dos grãos de café, acaba se tornando uma excelente técnica para que pequenos agricultores conduzam suas lavouras, não só por ser uma adubação com alto valor nutricional, mas, também por possuir um ótimo custo-benefício.

A utilização de palha de café, intervém positivamente sobre os níveis de potássio, magnésio, nitrogênio e fósforo nas folhas e no solo dos cafeeiros (COSTA, 2003). Enfim, a palha de café, pode ser considerada uma forma alternativa de fertilizante, onde qualquer relação de uma adubação química mineral reduzida, com da palha de café, acabam sendo iguais entre si e similares há somente uma adubação mineral (Santinato et al. 2007). Assim, conforme, Colozzi Filho et al. (2000), Falco et al. (1999) e Garcia et al. (1983), em propriedades que possuem resíduos orgânicos disponíveis, como, por exemplo, a palha de café, esses proprietários podem estar realizando o uso desses resíduos e fazendo assim uma troca, seja ela de forma parcial ou completa, dos fertilizantes químicos, onde acabaria ocasionando um aumento na produção, além de, trazer inúmeros benefícios para a microbiota e estrutura do solo e da vegetação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho traz questionamentos de quão importante é destinar corretamente os resíduos sólidos, e sobre como o reuso de resíduos agrícolas como alternativa para a formulação de substrato/adubo, acaba sendo uma ótima possibilidade na produção de café ou qualquer outro plantio, reduzindo de forma simultânea, os custos, que certamente teriam com adubo químico, e o acúmulo desses subprodutos no meio ambiente. Dessa forma, esse trabalho propõe, ainda, formas de como solucionar a questão dos resíduos orgânicos, como, por exemplo, as técnicas de compostagem e biodigestão, que despontam como opção viável de tratamento e destinação final, útil ainda, um meio de produzir adubo orgânico e de baixo custo, trazendo vários benefícios para o solo e para a planta, por não estar usando fertilizante químico, além de tornar possível a redução dos problemas de contaminação de solo e rios.

E, sabendo que após o processo de beneficiamento dos grãos de café, é gerada uma grande quantidade de palha de café, um resíduo orgânico riquíssimo em nutrientes e que representa 50% do café produzido. Se faz mais do que necessário, a realização de uma pesquisa para saber se agricultores realizam reaproveitamento deste resíduo. Dito isso,

evidencia-se que os objetivos do presente trabalho foram atingidos, de modo que, pontua-se que, apesar de a grande do conhecimento sobre resíduos orgânicos de forma geral, e do aproveitamento e a utilização como adubo orgânico, ao realizar o reaproveitamento da palha de café, realiza-se economia.

Dessa forma, considerando que dentro das propriedades os agricultores possuem com fácil acesso um adubo orgânico de qualidade e que, também, essa palha é benéfico não só para o solo e a vegetação, mas também, para a economia dos agricultores, se faz necessário uma maior conscientização dos agricultores, sobre esses benefícios e sobre os impactos negativos que a destinação inadequada deste resíduo pode acarretar para eles.

E, como proposta, registra-se a possibilidade de realizar palestras e cursos, ou outras ações efetivadas por órgãos municipais ou governamentais, visando uma maior conscientização dos agricultores que não realizam o reaproveitamento da palha de café e desconhecem os benefícios desse reaproveitamento, os impactos negativos causados por sua destinação inadequada, os métodos de reaproveitamento para tornar a palha mais rica e concentrada em nutrientes, além de servir para mostrar para alguns agricultores que esqueceram ou até mesmo se acomodaram à facilidade dos fertilizantes químicos, que essa é uma prática bastante considerável e de prestígio, garantido sustentabilidade com economia e produtividade.

REFERÊNCIAS

ADELOPO, A.O. et al. Multivariate analysis of the effects of age, particle size and landfill depth on heavy metals pollution content of closed and active landfill precursors. *Waste Management*, [s.1.], v. 78, p. 227-237.2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.05.040>. Acesso em: 25 mai 2022.

AGUIAR, Enilde Santos et al. Panorama da disposição de resíduos sólidos urbanos e sua relação com os impactos socioambientais em estados da Amazônia brasileira. *Revista Brasileira de Gestão Urbana*, 13, e20190263. 2021. Disponível em:<<https://doi.org/10.1590/2175-3369.013.e20190263>>. Acesso em: 25 mai 2022.

ALEXANDER, M. *Introduction to soil microbiology*. New York: John Willey. p. 128-147.1977.

ALMEIDA, Rodolfo et al. Reaproveitamento de resíduos de café em substratos para produção de mudas de *Joannesia princeps*. *Pesquisa Florestal Brasileira*, [S. l.], v. 41, 2021. DOI: 10.4336/2021.pfb.41e201902047. Disponível em: <https://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/view/2047>. Acesso em: 24 maio. 2022.

AMARAL, C. M. C. et al. Biodigestão anaeróbia de dejetos de bovinos leiteiros submetidos a diferentes tempos de retenção hidráulica. *Revista Ciência Rural*, Santa Maria, v. 34, n.6, 2004.

ANDRADE, Otávio Canestri de Souza. Efeito da palha de café pura e compostada sobre o desenvolvimento do cafeeiro (*Coffea Arábica* L.). 2021. Disponível em: <<https://revistacafeicultura.com.br/?mat=71344>>. Acesso em: 13 jun 2022.

ANDRADE, M. A. N. et al. Biodigestores rurais no contexto da atual crise de energia elétrica brasileira e na perspectiva da sustentabilidade ambiental. UFSC. In: 4º Encontro de energia no meio rural – AGRENER 2002. Campinas/SP, p. 1-12, 2002.

ARRUDA, M. H.; AMARAL, L. P.; PIRES, O. P. J.; BARUFI, C. R.V. Dimensionamento de Biodigestor para Geração de Energia Alternativa. Revista Científica Eletrônica de Agronomia. Vol. 1, n. 2, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 11175: Incineração de Resíduos Sólidos Perigosos – Padrões de desempenho – Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 5p., 1990b.

_____. NBR 13591: Compostagem. Rio de Janeiro, 1996.

_____. NBR 10004. Resíduos sólidos - Classificação , 71p. Rio de Janeiro, Brasil (2004).

BADOCHA, T. E.; COSTA, R. S. C.; LEONIDAS, F. C. Casca de café: um importante insumo para a agricultura orgânica. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 3., 2003, Porto Seguro. Anais... Porto Seguro: EMBRAPA, 2003.

BARBOSA, G.; LANGER, M. Uso de biodigestores em propriedades rurais: uma alternativa à sustentabilidade ambiental. Unoesc & Ciência – ACSA, Joaçaba, v. 2, n. 1, p. 87-96, jan./jun. 2011.

BARCELOS, A. F. et. al. Aproveitamento da casca de café na alimentação de novilhos confinados. Circular Técnica, Lavras, v. 25, p. 1-3, dez. 1992.

BARRERA, Paulo. Biodigestores: energia, fertilidade e saneamento para zona rural. São Paulo: Ícone. 106 p. 2003.

BARROS, Regina Mambeli. Tratado sobre resíduos sólidos: gestão, uso e sustentabilidade. Rio de Janeiro: Interciência. 374 p. 2012.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G. de A.; CAMARGO, F.A. de O. (Ed.). Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre: Gênese. p. 9-26. 1999.

BERILLI, S. S.; BERILLI, A. P. C. G.; LEITE, M. C. T.; QUARTEZANI, W. Z.; ALMEIDA, R. F.; SALES, R. A. Uso de resíduos na agricultura. In: NICOLI, C. F. et al. Agronomia: colhendo as safras do conhecimento. Alegre, ES: UFES, CAUFES. p. 10-38. 2017.

BIDONE, Francisco Ricardo Andrade (Coord.). Resíduos sólidos provenientes de coletas especiais: eliminação e valorização. Porto Alegre: PROSAB, 2001.

BISSANI, C. A. et al. Fertilidade dos solos e manejo da adubação de culturas. Porto Alegre: Metrópole Indústria Gráfica, 2004.

BRAHAN J. E.; BRESSANI, R. Composición química de la pulpa de café y otros subproductos. In: ELIAS, L. G. (Ed.). Pulpa de café: composición, tecnología y utilización. Panamá: INCAP. p. 19-29. 1978.

BRASIL. Política Nacional de Resíduos Sólidos. 2010. Disponível em: Câmara do deputados: <http://fld.com.br/catadores/pdf/politica_residuos_solidos.pdf>. Acesso em: 31 jan 2022.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília, DF: Presidência da República, 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 09 fev 2022.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Disposição Final dos Resíduos dos Serviços de Saúde e dá Outras Providências. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/a3p/_arquivos/36_09102008030517.pdf. Acesso em: 02 jan 2022.

BRUM, Sarah Silva. Caracterização e modificação química de resíduos sólidos do beneficiamento do café para produção de novos materiais. 138 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2007.

CALDEIRA, M.V.W., PERONI, L., GOMES, D.R., DELARMELINA, W.M., TRAZZI, P.A., Diferentes proporções de biossólido na composição de substratos para a produção de mudas de timbó (*Ateleia glazioviana* Baill). *Scientia Forestalis*, v.40, n.93, p. 15-22, 2012.

CALDERONI, S. Os bilhões perdidos no lixo. 3.ed. São Paulo: Humanistas: FFLCH/USP, 1999.

CAMPBELL, S. Manual de compostagem para hortas e jardins: como aproveitar bem o lixo orgânico doméstico. São Paulo: Nobel. 149p. 1999.

CARVALHO, Alex Mendonça., et al. Efeito da palha de café pura e compostada sobre o desenvolvimento do cafeeiro (*Coffea arabica* L.). In: Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil (4. : Londrina, PR : 2005). Anais. Brasília, D.F.: Embrapa - Café, 2005. (1CD-ROM), 2p. Disponível em: http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/spcb_anais/simposio4/p75.pdf. Acesso em: 06 jun 2022.

CASTILHO JUNIOR, A. B. Gerenciamento de resíduos sólidos urbanos com Ênfase na preservação de corpos d'água: prevenção, geração e tratamento de lixiviados de aterros sanitários. Rio de Janeiro: ABES, 494 p. 2006.

CERETTA, C. A. et al. Nitrogen fertilizer split-application for corn in no-till succession to black oats. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v. 59, p. 549-554, 2002.

CHERNICHARO, C. A. L. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias; reatores anaeróbios. 1. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFMG. v. 5. 1997.

COLDEBELLA, A. Viabilidade do uso do biogás da bovinocultura e suinocultura para geração de energia elétrica e irrigação em propriedades rurais. 2006. 73 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola / Engenharia de Sistemas Agroindustriais) - Universidade

Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel. 2006.

COLOZZI FILHO, A. et al. Alterações na biomassa microbiana do solo e em alguns de seus compostos, em função da adubação verde do cafeeiro. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas. Anais... Poços de Caldas: Embrapa. p. 1393-1395. 2000.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira: café –v. 4, n. 1 (2016) –Brasília: Conab, 2017.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Produção de conilon na safra 2021 chega a 16,29 milhões de sacas e atinge novo recorde. Disponível em: <Conab - Produção de conilon na safra 2021 chega a 16,29 milhões de sacas e atinge novo recorde> . Acesso em: 09 mar 2022

COSTA, R. S. C. da et al. A importância da casca de café para aumento da produtividade, fornecimento de nutrientes e controle de plantas daninhas no cafezal em Rondônia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 29., 2003, Araxá. Trabalhos apresentados... Varginha: PROCAFÉ. p. 246-248. 2003.

COLDEBELLA, A. Viabilidade do uso do biogás da bovinocultura e suinocultura para geração de energia elétrica e irrigação em propriedades rurais. 73 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola / Engenharia de Sistemas Agroindustriais) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel. 2006.

CORRÊA, César Trujillo. SANTOS, Jaqueline Santos. Vermicompostagem no tratamento de resíduos orgânicos domésticos. XI Semana de Extensão, Pesquisa e Pós-graduação – SEPesq. Centro Universitário Ritter dos Reis. 11p. 2015. Disponível em: <https://www.uniritter.edu.br/files/sepesq/arquivos_trabalhos/3611/1111/1376.pdf>. Acesso em: 26 mai 2022.

CUNHA, C.; GALLO, A. S.; GUIMARÃES, N.F.; SILVA, R.F. Substratos alternativos para produção de mudas de alface e couve em sistema orgânico. Scientia Plena, v. 10, n. 11, p. 1-9, 2014.

D'ALMEIDA, M. L. O., VILHENA, A. Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado. São Paulo: IPT: CEMPRE, 2000.

DEGANUTTI, R; PALHACI, M. C. J. P; ROSSI M.; TAVERES, R; SANTOS C. Biodigestores Rurais: Modelo Indiano, Chinês e Batelada. Departamento de Artes e Representação Gráfica, FAAC -Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, UNESP-Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Bauru: São Paulo, 2002.

DUDEK, Patricia Mazzioni. Biodigestores: uma realidade ainda distante. Unochapecó, Chapecó, 2013. Disponível em: < <https://www.unochapeco.edu.br/static/files/premio-jornalismo-ambiental/biodigestores.pdf>>. Acesso em: 06 jun 2022.

eCycle. (s.d.). O que é compostagem e como fazer? – eCycle. © 2010/2012. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/compostagem/> acesso em: 15 fev 2021

eCycle. (s.d.). Vermicompostagem: o que é e como funciona – eCycle. © 2010/2012. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/vermicompostagem/> acesso em: 16 fev 2022.

eCycle. (s.d.). O que são Resíduos Sólidos Urbanos?. eCycle. © 2010/2022. Disponível em: <<https://www.ecycle.com.br/3129-residuos-solidos.html>>. Acesso em: 3 mai 2021

eCycle. (s.d.). Biodigestão: a reciclagem de lixo orgânico – eCycle. © 2010/2012. Disponível em: <<https://www.ecycle.com.br/biodigestao>>. Acesso em: 16 fev 2022

FALCO, L. et al. Uso de matéria orgânica na implementação de lavoura cafeeira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 25., Franca. Anais... Rio de Janeiro: MAA/PROCAFÉ. p. 164-166. 1999.

FAGERIA, N. K. Otimização da eficiência nutricional na produção das culturas. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 2, n. 1, p. 6-16, jan./abr. 1998.

FARIA, Gabriel Messias Moura Faria; MONDELLI, Giulliana. Proposal for MSW contaminant classification applied to a tropical aquifer. Environmental Science and Pollution Research. 25, (10) 9771–9796. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11356-017-1046-3>. Acesso em: 25 mai 2022.

FERNANDES, A. L. T.; TESTEZLAF, R. Fertirrigação na cultura do melão em ambiente protegido, utilizando-se fertilizantes organominerais e químicos. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 6, n. 1, p. 45-50, 2002.

FREITAS, T. A. S. et al. Produção de mudas de eucalipto com substratos para sistema de blocos. Revista Árvore, v. 34, n. 5, p. 761-770, 2010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622010000500001>. Acesso em: 24 mai 2022.

GARCIA, A. W. R. et al. Efeito da adubação química isoladamente, bem como a sua associação com adubos orgânicos na produção do cafeeiro Mundo Novo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 10., 1983, Poços de Caldas. Varginha: PROCAFÉ, p. 282-284. 1983.

GASPAR, M.R.B.L. Utilização de biodigestores em pequenas e médias propriedades rurais com ênfase na agregação de valor: um estudo de caso na região de Toledo – PR. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

GODECKE, Marcos Vinicius et al. O consumismo e a geração de resíduos sólidos urbanos no Brasil. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, [S. l.], v. 8, n. 8, p. 1700–1712, 2013. DOI: 10.5902/223611706380. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/reget/article/view/6380>. Acesso em: 13 jun. 2022.

GOUVEA, B. M. et al. Feasibility of ethanol production from coffee husks. Biotechnology Letters, Dordrecht, v. 31, p. 1315-1319, 2009.

HERRERO, Marta. Human exposure to trace elements and PCDD/Fs around hazardous waste landfill in Catalonia (Spain). Science of the total Environment., [s. l.], v. 710, p. 136313-136324. 2020. doi: 10.1016/j.scitotenv.2019.136313. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31923676/>>. Acesso em: 25 mai 2022.

HULUGALLE, N.; LAL, R.; TERKUILE, C. H. H. Amelioration of soil physical properties by Mucuna after mechanized land clearing of a tropical rainforest. Soil Science, Madison, n. 141, p. 219-224, 1986.

INCAPER. Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural. Cafeicultura – Incaper. Disponível em: < <https://incaper.es.gov.br/cafeicultura>>. Acesso em: 12 abr 2022.

JORDAN, C. F. Nutrient cycling in tropical forest ecosystems: principles and their application in management and conservation. New York: John Wiley & Sons, 1985.

KANG, B. T. et al. Leucaena [leucaena leucocephala (Lal) de Wit] prunings as nitrogen sources for maize (Zea mays L.) Nutrient Cycling in Agroecosystems, Dordrecht, v. 2, n. 4, p. 279-287, 1981.

KIEHL, E. J. Fertilizantes orgânicos. Piracicaba: Agronômica Ceres. 452 p. 1985.

KIEHL, E. J. Manual da Compostagem: maturação e qualidade do composto. São Paulo: USP, 2002.

KLEPKER, D.; ANGHINONI, I. Modos de adubação, absorção de nutrientes e rendimento de milho em diferentes preparos de solo. Pesquisa Agropecuária Gaúcha, Porto Alegre, v. 2, p. 79-86, 1996.

LANA, Milza Moreira. PROENÇA, Lúcio Costa. Resíduos orgânicos – Portal Embrapa. In: Portal Embrapa. Ago 2021. Disponível em: <Resíduos orgânicos - Portal Embrapa>. Acesso em : 02 fev 2022

LAUFER, A. Avaliação de processo alternativo de biodigestão para Tratamento de resíduos sólidos orgânicos domésticos. 2008. 111 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo. 2008.

LONDE, P. R.; BITAR, N. A. B. Importância do uso de vegetação para contenção e combate à erosão em taludes do lixão desativado no município de Patos de Minas (MG). Perquirere, 8, 224-249. 2011.

LUCAS JÚNIOR, J. Estudo comparativo de biodigestores modelo indiano e chinês. 1987. 114 f. Tese (Doutorado em Energia na Agricultura), Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1987.

MAGALHÃES, Allan Freitas et al. Cobertura final de aterros sanitários: uma abordagem conservacionista ambiental. Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales. V. 13, n. 3, p. 669-681. 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/1022201/iingen.0718378xe.2020.13.3.63794>. Acesso em 25 mai 2022.

MALAVOLTA, E. Nutrição, adubação e calagem para cafeeiro. In: RENA, A. B. et al. (Ed.). Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: POTAFOS. p. 165-275. 1986.

MALAVOLTA, E. Nutrição mineral e adubação do cafeeiro: colheitas econômicas máximas. São Paulo: Agronômica Ceres. 210p. 1993.

MANO, E.B.; PACHECO, E.B.A.V.; BONELLI, C.M.C. Meio Ambiente, Poluição e Reciclagem. 2ªEd. São Paulo: Blucher. 182 p. 2010.

MARI, A.G. Digestão anaeróbia de dejetos suínos na presença de produtos de limpeza e

desinfecção na fase acidogênica. 2014. 61 f. Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2014.

MARINHO, A. P. F. Impactos da disposição de resíduos sólidos urbanos na qualidade de solos das regiões tropical úmida e semárida potiguar. 44f. Dissertação (mestrado em Engenharia sanitária e Ambiental) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN. 2020.

MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. San Diego: Academic Press. 889 p. 1995.

MARQUES, Rosângela Francisca de Paula Vitor et al. Impactos da disposição de resíduos sólidos urbanos no solo em municípios de Minas Gerais – Brasil. Revista Brasileira de Geografia Física v.14, n.03. 1382-1392 (2021). Disponível em: <<https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbge/article/viewFile/245105/38830>>. Acesso em: 24 mai 2022.

MELO, L. A. et al. Crescimento de Mudanças de Eucalyptus grandis e Eremanthus erythropappus sob Diferentes Formulações de Substrato. Floresta e Ambiente, v. 21, n. 2, p. 234-242, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4322/floram.2014.028>. Acesso em: 24 mai 2022.

MENDONÇA, A.; FERREIRA, R. F.; PINHEIRO, G. G.; ROSA, J. C.; STACHIW, R.; FERREIRA, E. Palha de café e de arroz na produção de mudas de freijó. Revista Brasileira de Ciências da Amazônia, v. 3, n. 1, p. 105-112, 2014.

MENEGHELLI, C. L.; MONACO, P. A. V. L.; HADDADE, I. R. MENEGHELLI, L. A. M.; KRAUSE, M. R. Resíduo da secagem dos grãos de café como substrato alternativo em mudas de café conilon. Coffee Science, Lavras, v. 11, n. 3, p. 330-335, 2016.

MINOTTO, Juliane Borba. Instrumentos econômicos para redução da geração de resíduos de serviços de saúde. 2014. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/148251/001001573.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 01 mai 2022.

OLIVEIRA, A.M.G.; DE AQUINO A.M.; DE CASTRO NETO M.T.. Compostagem Caseira de Lixo Orgânico Doméstico. 2005.

OLIVEIRA, M. M. Estudo da inclusão de compartimentos em biodigestores modelo em biodigestores modelo canadense. 117 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Processos) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2012.

PAIVA, Philipe Lopes Silva. SPERANDIO, Kastelli Pacheco. Análise de viabilidade da utilização da palha de café como adição na argamassa na região de Manhuaçu. VI Seminário Científico do UNIFACIG e V Jornada de Iniciação Científica do UNIFACIG. 2020. Disponível em: <file:///C:/Users/ryan/OneDrive/C3%81rea%20de%20Trabalho/TCC2/2076-8972-1-PB-%20artigo%20que%20a%20kelly%20mandou.pdf>. Acesso em: 01 mai 2022.

PAUL, E. A.; CLARK, F. E. Dynamics of residue decomposition and soil organic matter turnover. In: _____. Soil microbiology and biochemistry. 2nd. ed. San Diego: Academic. p. 158-179. 1996.

PEREIRA, Cleber da Mota. Avaliação de composto orgânico proveniente de resíduos de

agroindústria de banana e palha de café. 2021. 22 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Orgânica) - Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2021. Disponível em: <<https://tede.ufrjr.br/handle/jspui/5515>>. Acesso em: 03 mai 2022.

PEREIRA-NETO, J. T. Manual de Compostagem: Processo de baixo custo. 3ªEd. Editora UFV. 81p. 2007.

PEREIRA-NETO, J. T. Gerenciamento do lixo urbano: Aspectos técnicos e operacionais. Editora UFV. 129p. 2007.

PERMINIO, G.B. Viabilidade do uso de biodigestor como tratamento de efluentes domésticos descentralizado. 2013. 57 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Formas Alternativas de Energia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2013.

RIBEIRO FILHO, E. et al. Efeito da casca de café (*Coffea arabic*, L.) no desempenho de novilhos mestiços de Holandês-zebu na fase de recria. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 24, n. 1, p. 225-232, 2000.

RICCI, Marta dos Santos Freire. Manual de vermicompostagem. Porto Velho, RO: EMBRAPA-CPAF-Rondônia. 23p. 1996. (EMBRAPA-CPAF-Rondônia. Documentos,31). Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/23262/1/Ricci-doc-31.pdf>>. Acesso em: 26 mai 2022.

RODRIGUES, J. P. Efeito da adição de óleo e lipase sobre a biodigestão anaeróbia de dejetos suínos. 2012. 52 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal da Grande Dourados, Mato Grosso do Sul. 2012.

RODRIGUES, J. P. et al. Adição de óleo e lipase sobre a biodigestão anaeróbia de dejetos suínos. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 44, n. 3, p. 544-547, Mar. 2014.

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. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 27, p. 355-362, 2003.

SAMILAK, R.; BITTENCOURT, J., V., M.; PILATTI, L., A.; KOVALESKI, J., L. Biodigestor como opção para tratamento de resíduos agroindustriais. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2010.

SANTANA, L. E.; CINTRA, L. M. L.; A biodigestão como solução para a destinação dos resíduos do setor pecuarista. *Revista da Ciência da Administração*, v.6, 2012.

SANTINATO, R. et al. Adubação orgânica com palha de café curtida associada com a adubação química NPKS de forma compensada durante a formação da lavoura de café em solo de cerrado LVE. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 33., 2007, Lavras. Trabalhos apresentados... Varginha: PROCAFÉ. p. 335-337. 2007.

SCARLATO, F. C. Do nicho ao lixo: ambiente, sociedade e educação. São Paulo: Atual, 1992.

SEDIYAMA, M.A.N. et al. Nutrientes em compostos orgânicos de resíduos vegetais e dejetos de suínos. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v. 57, p. 185-189, 2000.

- SGANZERLA, Edílio. Biodigestores: uma solução. Porto Alegre. Agropecuária, 1983.
- SILVA T. A. C. et al. Avaliação da qualidade de solo de área de lixão desativado: uma revisão de Literatura. Revista Brasileira de Geografia Física 13, 2, 630-640. 2020.
- SIQUEIRA, J. Co-digestão de glicerina bruta associada a esterco bovino na produção de biogás. 56 f. 2012. Dissertação (Mestrado em Bioenergia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo. 2012.
- SISINNO, C.L.S. Avaliação da contaminação e poluição ambiental na área de influência do aterro controlado do Morro do Céu, Niterói, Brasil. Caderno de. saúde pública, Rio de Janeiro,v.12,n4,p515-523,1996.
- SOUZA, F. A. et al. Compostagem. Portal embrapa. 2001. Disponível em: <Compostagem. - Portal Embrapa> acesso em: 15 fev 2022
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. Porto Alegre: Artmed. 719 p. 2004.
- TEIXEIRA, R. F. F. Compostagem. In: HAMMES, V. S. (Org.). Educação ambiental para o desenvolvimento sustentável. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. p. 120-123. 2002.
- TENODI S. et al. Assessment of the environmental impact of sanitary and unsanitary parts of a municipal solid waste landfill. Journal of Environmental Management. [s.1.], 258, 110019-110029. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.110019>. Acesso em: 26 mai 2022.
- TERA AMBIENTAL. (s.d.). Qual a diferença entre lixão, aterros e compostagem? – Tera ambiental. 2021. Disponível em: <https://www.teraambiental.com.br/blog-da-tera-ambiental/qual-a-diferenca-lixao-aterros-e-compostagem> . Acesso em: 20 fev 2022.
- TESTA, V. M. Características químicas de um podzólico vermelho-escuro, nutrição e rendimento do milho afetados por sistemas de culturas. 1989. 143 f. Dissertação (Mestrado)- Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 143p. 1989.
- TIAN, G.; BRUSSAARD, L.; KANG, B. T. An index for assessing the quality of plant residues and evaluating their effects on soil and crop in the (sub-)humid tropics. Applied Soil Ecology, Amsterdam, n. 2, p. 25-32, 1995.
- VALE JÚNIOR, J. F; LEITÃO SOUSA, M. I Caracterização e distribuição dos solos das Savanas de Roraima. In: BARBOSA, R. I.; XAUD, H. A. M.; SOUZA, J. M. C. Savanas de Roraima: etnoecologia, biodiversidade e potencialidades agrossilvipatoris. Boa Vista: FEMACT. p. 79-81. 2005.
- VANDERBERGHE, L. P. S. et al. Produção de ácido cítrico por *Aspergillus niger* LPB 21 em fermentação no estado sólido com casca de café. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE BIOTECNOLOGIA NA AGROINDÚSTRIA CAFEEIRA, 3., 1999, Londrina. Anais... Londrina: IAPAR/ UFPR/ IRD, 1999.
- VEGRO, C. L, R.; CARVALHO, F. C. Disponibilidade e utilização de resíduos gerados no processamento agroindustrial do café. Informações Econômicas, São Paulo, v. 24, n. 1, p. 9-16, 1994.

VGRESÍDUOS. (s.d.). Biodigestor: para que serve, tipos, vantagens e desvantagens- VG Resíduos. 2021. Disponível em: <<https://www.vgresiduos.com.br/blog/biodigestor/>> . acesso em : 25 fev 2022

VGRESÍDUOS. Qual tipo de resíduo orgânico pode ser reaproveitado na compostagem.2020. Disponível em: <https://www.vgresiduos.com.br/blog/qual-tipo-de-residuo-organico-pode-ser-reaproveitado-na-compostagem/>>. acesso em: 3 mai 2021

WADE, W. K.; SANCHEZ, P. A. Mulching and green manure application for continuous crop production in the Amazon basin. *Agronomy Journal*, Madison, n. 75, p. 39-45, 1983.

WALKER, E. Estudo da viabilidade econômica na utilização de biomassa como fonte de energia renovável na produção de biogás em propriedades rurais. 2009. 93 f. Dissertação (Mestrado em Modelagem Matemática) - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí. 2009.

ZANANDRÉA, Valmir. Análise do uso da tecnologia de biodigestores para fins energéticos em propriedades rurais. 2010. Trabalho de Conclusão de Curso—Universidade de Dois Vizinhos, 2010.

SOBRE OS AUTORES:

AUTOR 1: Acadêmica do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF.

AUTOR 2: Possui graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (2006), graduação em Complementação pedagógica em Biologia pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (2016), graduação em Pedagogia pela Universidade Norte do Paraná (2020), mestrado em Biociências e Biotecnologia pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (2009) e doutorado em Biociências e Biotecnologia pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (2016). Atualmente é membro do comitê de ética animal - ceua do Instituto Federal Fluminense, mediadora presencial da Fundação Centro de Ciências e Educação Superior à Distância do Estado do RJ. É avaliador institucional do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira INEP. Coordenadora do curso de licenciatura de ciências biológicas da Faculdade Metropolitana São Carlos e Coordenadora do Ciclo Básico do curso de Medicina da Faculdade Metropolitana São Carlos.

AUTOR 3: Doutoranda no Programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais e Conservação pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, na linha de Pesquisa Sistemas Naturais: Avaliação, Conservação e Desenvolvimento Socioambiental, mestra em Engenharia Ambiental pelo Instituto Federal Fluminense, especialista em Educação Ambiental pela Faculdade do Noroeste de Minas e em Ciências Ambientais pela Universidade Federal de Juiz de Fora e graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro.