

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS

CURSO TECNOLÓGICO EM AGRONEGÓCIO

CAMPUS DE PALMAS

EDUARDO NEVES COSTA

VERONICA BATISTA DE SOUSA

**POTENCIALIDADE DE USO DA COMPOSTAGEM NA PRODUÇÃO AGRÍCOLA NO
ESTADO DO TOCANTINS**

PALMAS-TO

JUNHO DE 2020

EDUARDO NEVES COSTA
VERONICA BATISTA DE SOUSA

POTENCIALIDADE DE USO DA COMPOSTAGEM NA PRODUÇÃO AGRÍCOLA NO
ESTADO DO TOCANTINS

Monografia apresentada ao Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia do Tocantins – Campus de Palmas,
Curso Tecnólogo em Agronegócio. Sob orientação da Prof. Me.
Albert Lennon Lima Martins

PALMAS – TO
JUNHO DE 2020

EDUARDO NEVES COSTA
VERONICA BATISTA DE SOUSA

POTENCIALIDADE DE USO DA COMPOSTAGEM NA PRODUÇÃO
AGRÍCOLA NO ESTADO DO TOCANTINS

Trabalho de Conclusão de Curso
submetido ao curso de Tecnólogo em
Agronegócio do Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia do
Tocantins, como requisito parcial para
obtenção do título de Tecnólogo em
Agronegócio.

Orientador: Albert Lennon Lima Martins
Coorientador: Prof. Dr. Edvaldo Vieira Pacheco Sant'Ana

PALMAS - TO, 21 DE AGOSTO DE 2020

Banca Examinadora:


Prof. Me. Albert Lennon Lima Martins – Orientador – IFTO


Prof. Dr. Edvaldo Vieira Pacheco Sant'Ana – Coorientador – IFTO


Profa. Dra. Talita Pereira de Souza Ferreira – Examinadora - UFT

PALMAS – TO
JUNHO DE 2020

Dedicamos este trabalho aos nossos pais e famílias que sempre nos apoiaram, com muita luta e esforço fizeram de tudo para nós chegássemos até está etapa da nossa vida.

AGRADECIMENTO

Agradecemos primeiramente a Deus por ter nos fortalecido ao ponto de superar as dificuldades e também por toda saúde que nos deu e que permitiu alcançar esta etapa tão importante de nossas vidas.

Agradecemos de coração também esta instituição por toda a ajuda e pela educação dada. Que durante essa etapa acadêmica foi nosso segundo lar.

Aos nossos orientadores e demais professores que tanto nos ajudaram a chegar na conclusão deste trabalho.

Toda nossa gratidão para nossas famílias, em especial a nossos pais e filhos, amigos e colegas de curso.

Por fim, agradecemos todas as pessoas que de alguma forma estiveram envolvidas na realização deste trabalho.

RESUMO

Devido à expansão populacional e a urbanização das cidades, tem surgido inúmeros problemas, que contribuem na poluição e degradação do meio ambiente. Ele está o aumento substancialmente da geração de resíduos sólidos, principalmente os orgânicos. Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo realizar uma revisão bibliográfica sobre as definições da compostagem e o seu potencial na agricultura no estado do Tocantins. Nesse processo existem alguns fatores que determinam a qualidade dos compostos como teor de umidade, temperatura adequada, níveis de pH, aeração, relação carbono e nitrogênio, e os microrganismos. O processo da compostagem tornou uma ferramenta importante na redução desses resíduos destinados aos aterros sanitários. O Estado do Tocantins desenvolve políticas públicas para os manejos dos resíduos orgânicos como o Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Tocantins (PERST) que destaca algumas ações desenvolvidas como: o Programa Educa Sanear, da Agência Tocantinense de Saneamento (ATS), projeto Lixo e Cidadania, Programa Estadual de Coleta Seletiva do Lixo – LIXOBOM, Projeto Cataforte, do Governo Federal, de coleta seletiva. O Estado possui um potencial para o aproveitamento dos resíduos orgânicos, evitando sua destinação aos aterros sanitários ou aéreas inadequadas, bem como uma gestão desses resíduos para o processo de compostagem beneficiando os produtores agrícolas e o meio ambiente, porém ainda não está disseminado.

Palavra-chaves: biodegradação, composto orgânico, resíduos sólido orgânico.

ABSTRACT

Due to population expansion and urbanization of cities, numerous problems have arisen, which contribute to pollution and degradation of the environment. Among these problems is the substantial increase in the generation of solid waste, mainly organic. In view of this, the present work aims to carry out a bibliographic review on composting and its potential in agriculture in the State of Tocantins. In this process there are some factors that determine the success and quality of the compounds with humidity, temperature, pH, aeration, C: N ratio, and the microorganisms. The composting process has become an important tool in reducing this waste for landfills. The State of Tocantins develops public policies for the management of organic waste such as the State Plan for Solid Waste of Tocantins (PERST) which highlights some actions developed in the state such as: the Educa Sanear Program, of the Tocantinense Sanitation Agency (ATS), Lixo project and Citizenship, State Program for Selective Garbage Collection - LIXOBOM, Cataforte Project, of the Federal Government, for selective collection. The State has a potential for the use of organic waste, avoiding its destination to inadequate landfills or aerial landfills, as well as a management of this waste for the composting process benefiting agricultural producers and the environment, however it is not yet disseminated.

Key words: biodegradation, organic compound, organic solid organic

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Quantidade de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) coletada nas regiões e no Brasil	15
Tabela 2 - Percentual de matéria orgânica tratada em relação ao total estimado no Brasil	15
Tabela 3 - Número de unidades de compostagem por regiões no Brasil	16
Tabela 4 - Composição de RSU por área programa no Tocantins	27
Tabela 5 - Composição gravimétrica aplicável para municípios com mais de 50.000 habitantes	27

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Classificação do processo de compostagem quanto a biologia, temperatura, ao ambiente e ao processamento.....19

Quadro 2 - Resumo da diversidade de microrganismo encontrado no processo de compostagem24

SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO	11
2 - METODOLOGIA	13
3 - REVISÃO DE LITERTURA	14
3.1 - RESÍDUOS SÓLIDOS:	14
3.2 - COMPOSTAGEM:	16
3.3 - FASES DA COMPOSTAGEM:	17
3.4 - CLASSIFICAÇÃO DA COMPOSTAGEM:	18
3.5 - FATORES QUE INFLUÊNCIA A COMPOSTAGEM:	20
3.5.1 - Umidade:	20
3.5.2 - Aeração:	21
3.5.3 - Temperatura:	21
3.5.4 - Relação C:N:	22
3.5.5 - Potencial Hidrogeniônico – pH:	23
3.5.6 - Tamanho da partícula:	23
3.5.7 - Microrganismos:	24
3.6 - BENEFÍCIO DA COMPOSTAGEM NA AGRICULTURA:	24
3.7 - POTEIAL DA COMPOSTAGEM E POLÍTICAS PÚBLICAS NO TOCANTINS:	26
4 - CONSIDERAÇÕES FINAIS	31
5. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS	32

1. INTRODUÇÃO

O ritmo acelerado do crescimento populacional tem como consequência o aumento da geração de resíduos sólidos. Com a expansão das zonas urbanas traz uma problemática ambiental e social, visto que infraestrutura sanitária nas maiorias das cidades não acompanha o ritmo de crescimento (CARVALHO, 2015).

Grande parte das cidades brasileiras não dispõe de métodos adequados para a destinação dos resíduos sólidos, sendo ainda depositados em lixões ou aterros controlados gerando uma degradação ao meio ambiente. Diante desse cenário, os resíduos orgânicos são considerados a principal fonte de impactos ambientais devido a produção de lixiviado no processo de decomposição (COTTA et al., 2015).

O resíduo sólido urbano é composto na maioria por resíduos domésticos de cozinha e quintal, e o uso para compostagem vem sendo adotado cada vez mais, visto que é um método de reciclar esses resíduos criando um produto com baixo custo e adequado para fins agrícolas. Essa tendência pode estar relacionada a fatores econômicos e ambientais tais como limitação da capacidade dos aterros, legislação na proteção ambiental, diminuição no uso de fertilizantes químicos (SANTOS et al., 2015).

Apesar dos resíduos sólidos terem um elevado percentual de resíduos orgânicos, ainda são incipientes o uso desse material no processo de compostagem. A coleta não seletiva faz com que os resíduos orgânicos sejam destinados com outros materiais impróprio aos aterros sanitários. Essa pratica além de gerar despesa aos municípios, parte desse material deixa de ser reutilizado em processos específicos, via compostagem (CARVALHO, 2015)

A reciclagem dos resíduos orgânicos através do processo de compostagem vem se tornando a principal ferramenta na diminuição das grandes quantidades desses resíduos de aterros. Além da racionalização do uso dos fertilizantes químicos que prejudiciais ao meio ambiente, os resíduos orgânicos são vistos como uma alternativa em razão da reciclagem de carbono e de nutrientes (COTTA et al., 2015)

A compostagem é definida como um processo de decomposição aeróbica controlada por microrganismo e de estabilidade da matéria orgânica sobre ambiente favorável com temperatura termofilicas de origem biológica afim de se obter um

produto rico em compostos húmicos destinado ao uso no solo sem prejudicar o meio ambiente. (FERREIRA et al., 2013). Durante o processo de compostagem, ocorre a liberação do biogás, que é a mistura dos gases metano (CH_4) e dióxido de carbono (CO_2) são os produtos finais da digestão aeróbica. São diversos a matéria orgânica usada na compostagem, tais como, dejetos de animais como de bovinos, suínos, ovinos, equinos, casca de frutas, resíduos culturais como casca de arroz, milho, feijão e entre outros (CERDA et al., 2018).

A compostagem é uma alternativa eficiente e de baixo custo no tratamento e estabilização dos resíduos orgânicos, proporcionando melhorias características físico-químicas e biológica do solo, diminuindo os impactos ambientais no solo, na água e fornecendo nutrientes que beneficiam a planta (SANTOS et al., 2015). Os principais nutrientes encontrados nos resíduos orgânicos vegetal e animal estão disponíveis na forma orgânica, e a decomposição desses materiais ocorre em diferentes estágios e intensidade, além de uma heterogeneidade na população de microrganismos (VALENTE et al., 2009).

A compostagem é vista popularmente como prática recorrente em pequenas propriedades de agricultura familiar que transformam em adubos essenciais para o cultivo, sendo alternativa na maximização dos custos de produção diminuindo a dependência sobre os insumos químicos (FERREIRA, et al., 2013)

O presente trabalho de conclusão de curso teve como objetivo realizar uma revisão bibliográfica dos ~~Objetivou-se com esta revisão trazer os~~ conceitos atuais sobre o processo de compostagem e os fatores que o caracteriza, além do seu potencial no uso agrícola no Estado do Tocantins.

2. METODOLOGIA

Para a realização do presente estudo, foi realizada uma revisão expositiva que segundo Silveira (1992), é uma revisão que expõe um tema a partir de análise e síntese de várias pesquisas. Para isso, as principais fontes consultadas para a elaboração da revisão bibliográfica foram artigos em periódicos científicos, livros, teses, dissertações e resumos em congresso, site jornalísticos, sites governamentais conforme é recomendado por Tomasi e Medeiros (2008).

Dessa forma, o trabalho visa conceituar e caracterizar a compostagem e seu potencial na agricultura através de pesquisa bibliográfica documental. Segundo Andrade (2002) a pesquisa tem como finalidade, desenvolver, esclarecer e alterar conceitos e ideias, com foco em formulação de problemas mais preciso ou elaboração de hipótese para futuros estudos.

Essa revisão bibliográfica está dividida em 6 partes, a saber o conceito de Resíduos Sólidos que são fontes de matéria usada na compostagem; a definição de compostagem; as fases da compostagem; classificação da compostagem; os fatores que afetam o processo da compostagem como umidade, aeração, temperatura, relação carbono e nitrogênio, pH, tamanho da partícula, microrganismo; os benefícios da compostagem aplicados na agricultura e seus resultados; e o potencial da compostagem no Tocantins.

3. REVISÃO DE LITERTURA

3.1 RESÍDUOS SÓLIDOS:

De acordo com Associação Brasileira de Normas Técnicas, a NBR 10.004 descreve o procedimento para classificação e define os resíduos sólidos como:

“Resíduos no estado 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.”

Já a Política Nacional de Resíduos Sólidos instituída pela Lei 12.305 de 2010, Cap. II, Art. 3º define que os resíduos sólidos são:

“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”.

A definição de resíduos sólidos pode ser vista sob diferentes pontos, tais como jurídico, ambiental, econômico, etimológico e sociológico. Usando como exemplo o ponto de vista etimológico, resíduos vem da palavra residuum, de residere, tendo como significado sobra, resto, sedimento (BIDONE, 2001).

Considera que os resíduos sólidos podem ser definidos como algo descartável sem valor próprio ao proprietário, porém essa definição pode ser influenciada pela variação no tempo e espaço, visto que não possui valor ao seu detentor, mas pode beneficiar seu recolhido (NOGUCHI, 2017).

Ao contrário do relatado, os resíduos sólidos têm valor próprio a todos da sociedade, visto que a destinação correta beneficia toda a cadeia, meio ambiente, pessoas e animais. Por isso é de extrema relevâncias as políticas públicas adotadas, como a Política Nacional de Resíduos Sólidos para o gerenciamento desses materiais, incentivando a redução, reaproveitamento e reciclagem.

Em 2018 no Brasil foram gerados 79 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos sendo considerado um aumento de pouco menos de 1% com relação a 2017. Desse volume, 92% que corresponde a 72,7 milhões (toneladas dias⁻¹ x 365

dias) foram coletados (Tabela 1) um aumento de 1,66% em comparação a 2017, não sendo recolhidos 6,3 milhões de toneladas nas cidades (ABRELP, 2019).

Tabela 1. Quantidade de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) coletada nas regiões brasileiras

Regiões	2017 RUS total (Ton/dia)	População	2018 RUS total (Ton/dia)
Norte	12.705	18.182.253	13.069
Nordeste	43.871	56.760.780	43.763
Centro-Oeste	14.406	16.085.885	14.941
Sudeste	103.741	87.711.946	105.977
Sul	21.327	29.754.036	21.561
Brasil	196.050	208.494.900	199.311

Fonte: Extraído da Abrelpe, (2019)

A Tabela 2, apresenta o percentual de matéria orgânica tratada em relação ao total estimado. Segundo IPEA (2012) dos 94.309,5 t/dia, apenas 1,6% dos resíduos orgânicos são tratados em unidades de compostagem, os demais são destinados para outros fins, como os aterros sanitários, aterros controlados e lixões.

Tabela 2. Percentual de matéria orgânica tratada em relação ao total estimado no Brasil

Unidade de Análise	Quantidade destinada para unidade de compostagem (t/dia)	Estimativa de quantidade de matéria orgânica coletada (t/dia)	Percentual de tratamento em relação da quantidade coletada (%)
Brasil	1.519,5	94.309,1	1,6
Macrorregião			
Sul	18,4	7.523,5	0,2
Sudeste	13	24.262,6	<0,1
Centro-oeste	684,6	35.044,1	1,9
Norte	475,3	19.193,7	2,5
Nordeste	328,2	8.285,2	8.285,2

Fonte: IPEA, (2012).

A partir desse percentual é notório que o tratamento da matéria orgânica pelo processo de compostagem ainda é baixo em programas municipais no tratamento dos resíduos sólidos. Essa ineficiência pode estar relacionada desde a dificuldade na separação pelas fontes geradoras que são as próprias pessoas em suas casas, e falta de projetos como a coleta seletivas criadas por poucos municípios.

Entretanto, ainda são incipientes os projetos desenvolvidos pelas prefeituras, instituições e organizações sem fins lucrativos com foco no

processamento dos resíduos orgânicos coletados oriundo de ambientes urbano. Os números exatos não são conhecidos devido a inexistência de dados a nível nacional que descreva e contabilize essas iniciativas (CORTEZ, 2011).

As formas que esses resíduos são tratados, dentre elas a compostagem ganhou espaço tornando popular devido aos benefícios obtidos nesse processo como custo benefício e obtenção de produto com valor agregado (QIAN et al. 2014).

Em 2000, existiam 211 unidades de compostagem de Resíduos Sólidos Urbano (RSU) no Brasil, na atualização mais recentes foram contabilizadas 251 usinas, um aumento de 34% (IBGE, 2008)(Tabela 3).

Tabela 3. Número de unidades de compostagem por regiões no Brasil.

Regiões	Usinas de Compostagem
Norte	-
Nordeste	14
Centro-Oeste	8
Sudeste	80
Sul	149
Brasil	251

Fonte IBGE, (2008).

3.2 COMPOSTAGEM:

A palavra composta é oriunda da língua inglesa, do vocabulário “compost”, tradicionalmente usada na caracterização dos fertilizantes orgânicos advindo de restos vegetais e animais obtidos através do processo denominado compostagem (KIEHL, 1998). É definida como um processo bioquímico de mineralização de matéria orgânica resultando em CO₂, NH₃, H₂O e humificação incompleta, tendo como produto final um composto orgânico com baixa toxicidade rico em nutriente (DAS et al., 2011). Já Neto (2011) define como a decomposição biológica aeróbica, utilizado no tratamento e na estabilização de resíduos orgânicos para a produção de húmus

A compostagem é uma tecnologia ecológica que envolve a mineralização e umidificação dos materiais orgânicos, sendo uma estratégia alternativa no manejo dos resíduos orgânicos. Essa tecnologia transforma resíduos orgânicos em adubos orgânicos, que são denominados compostos ricos em minerais como nitrogênio (N),

fosforo (P) e potássio (K) aplicados na agricultura (BERNAL et al., 2009; WANG et al. 2015).

Os materiais utilizados no processo de compostagem são diversos, restos orgânicos vegetais ou animais servem na fabricação do composto. Dentre eles pode se destacar restos de culturas, palhas e casca (espiga de milho, vagem, palhada do feijão, bagaço de cana, serragem, camas de animais) (OLIVEIRA, 2004).

A associação desses materiais deve ser preferencialmente na proporção de 70% de material rico em hidrato de carbono que são os restos vegetais, e 30% rico em nitrogênios como os esterco de animais. Isso porque o material vegetal ricos em nitrogênio é de fácil decomposição sendo uma fonte de micronutrientes para o composto, já o esterco além de disponibilizar nitrogênio é fonte de inoculante de bactérias e fungos (TEIXEIRA, 2002).

Portanto, o processo de compostagem pode ser definido como um processo de biodegradação do material orgânico por microrganismo que tem como produto final o composto (húmus) com pouca fitotoxicidade e rico em macro e micronutrientes para as plantas. Além de melhorar a microbiota do solo fornecendo microrganismo com potencial em promover crescimento vegetal e controle de fitopatógenos.

3.3 FASES DA COMPOSTAGEM:

De acordo com Noguchi (2017), o tempo de compostagem pode variar por volta de 3 a 4 meses sendo distribuído da seguinte forma: Fase I- Mesofílica inicial, onde inicia a decomposição da matéria orgânica, liberando calor e vapor d'água, elementos fitotóxicos, formação de ácidos como fórmico, butírico, capríco e acético. As temperaturas oscilam entre 45 a 70°C, e após a instalação das leiras tem duração de aproximadamente 15 dias; Fase II- Termofílica (semicura ou bioestabilização) ocorre as reações químicas com mais intensidade, a duração depende do tipo de matéria, natureza dos microrganismos, fatores ambientais e o processo escolhido. Fase III- Resfriamento, com duração de 2 a 5 dias. Por fim a fase IV-Cura, maturação ou humificação, onde ocorre a formação de ácido húmicos e mineralização, o composto propriamente dito com as propriedades físicas, químicas e biológicas

desejáveis, com duração de 30 a 60 dias no total. A figura 1 resume as fases da compostagem em função do tempo e temperatura.

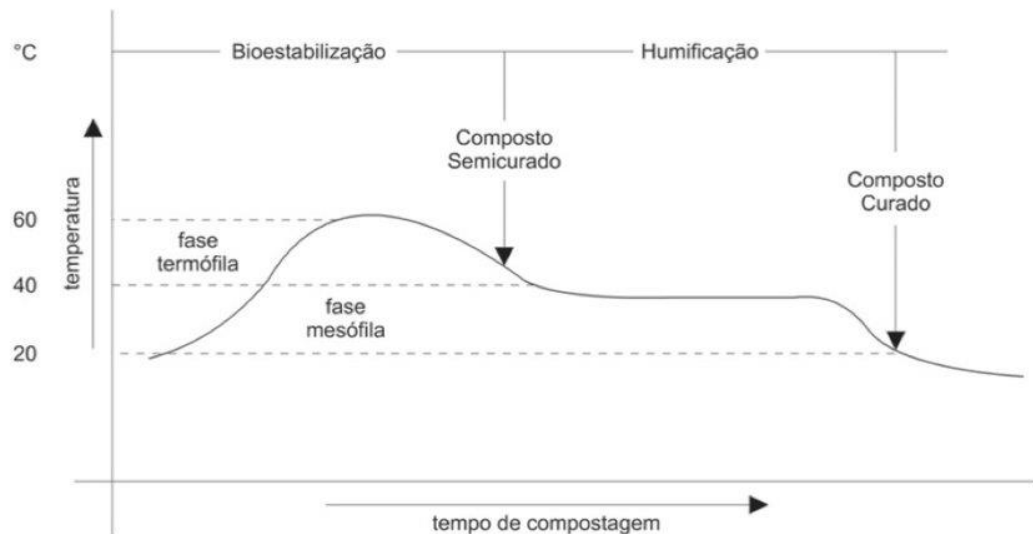


Figura 1. Fases da compostagem

Fonte: D'ALMEIDA & VILHENA, (2000).

3.4 CLASSIFICAÇÃO DA COMPOSTAGEM:

A classificação da compostagem envolve agente tanto biótico como abióticos que influenciam no processo de decomposição do material orgânico sendo determinante no processo da formação do composto.

De acordo com Kiehl (1998), a classificação é feita de acordo com algumas características que ocorrem durante o processo da biodegradação do material conforme o Quadro 3.

Quadro 1. Classificação do processo de compostagem quanto a biologia, temperatura, ao ambiente e ao processamento.

Classificação	Tipo	Características
De acordo com biologia	Aeróbio	A Fermentação ocorre na presença de ar; elevada temperatura da massa em decomposição, liberação de CO ₂ e vapor d'água.
	Anaeróbio	Fermentação na ausência de ar; baixa temperatura da massa em decomposição liberação de CH ₄ , H ₂ S e outros.
	Misto	Combinação dos processos anteriores, primeiramente a MO é submetida ao processo aeróbio pela presença de O ₂ , posteriormente o O ₂ é reduzido no processo anaeróbio
De acordo com a temperatura	Criofílico	Baixa temperatura; a decomposição da MO é feita em temperatura próxima ou menor que a do ambiente.
	Mesófilico	Temperatura média entre 45 e 55°C; população de microrganismo influencia na temperatura, quando maior a população mais elevada é a temperatura
	Termofílico	Temperatura maior que 55°C; reduz sobrevivência de material vegetal
De acordo com o Ambiente	Aberto	Em pátio a céu aberto
	Fechado	Compostagem é feita através de bioestabilizadores, torres e células de fermentação.
De acordo com o Processamento	Estático/ Natural	Revolvimento esporadicamente da massa.
	Dinâmico/ Acelerado	Massa revolvida continuamente para melhorar a aeração, e a microbiota da compostagem.

Fonte: Kiehl (1998) adaptado pelo autor.

De acordo com o exposto, a classificação da compostagem apresenta características distintas conforme o tipo de cada processo. Quanto a classificação biologia, o aeróbico é o mais adequado, pois não ocorre exalação de fortes odores e leva menos tempo em comparação a anaeróbica. A temperatura deve ser adequada pois existem microrganismos que se desenvolvem melhor em baixas temperaturas e outros em elevadas adotando assim uma média conforme descrita na fase mesófila. Já o ambiente é definido conforme o nível tecnológico disponível para a implantação da compostagem.

3.5 FATORES QUE INFLUÊNCIA A COMPOSTAGEM:

O processo de transformação da matéria orgânica crua em composto humificado possuem uma ecologia complexa devido a atividade de vários microrganismos durante o processo biológico. Com isso, a atividade microbiana pode ser afetada por diversos fatores como umidade, aeração, temperatura, relação C:N, pH e microrganismo (INÁCIO, 2009; VALENTE et al., 2009).

3.5.1 Umidade:

O teor de umidade é um parâmetro determinante na compostagem, pois influencia em vários outros fatores como a atividade microbiana, captação de O₂, aeração e temperatura (PETRIC et al., 2012). O teor ideal depende do material a ser usado na compostagem, e o teor ideal deve ser entre 50 e 60%, e que na medida que o teor de umidade aumenta, também diminui a taxa de difusão dos gases e captação de oxigênio torna insuficiente para as atividades microbianas da compostagem. (BERNAL et al. 2009; LUANGWILAI et al. (2011).

Segundo Carli (2010), o nível ótimo de umidade no final do processo é de aproximadamente 30%. Para Noguchi (2017), o processo de biodegradação da matéria orgânica ocorre em excelentes níveis quando o teor de umidade é 100%, mas devido fatores de porosidade adequada para aeração do material e configuração geométrica não é possível alcançar esse percentual de umidade. A umidade é um meio importante para se determinar outros fatores como a disponibilidade de água, que dependendo da quantidade pode desacelerar a decomposição feita pelos microrganismos (MARKAN, 2014).

Diante disso, pode-se observar que há uma divergência quanto ao teor ideal da umidade, além de ter umidade mínima de 30% para que ocorram as reações dos processos químicos, podendo também observar que umidade acima de 50% podem acelerando ou dificultando o processo. Sendo assim, deve ser levado em consideração o material a ser compostado para a determinação do teor ideal.

3.5.2 Aeração:

A compostagem é um processo aeróbio, onde é consumido o O_2 e liberado CO_2 , e a aeração é um importante parâmetro que influencia nesse processo. Isso ocorre devido o nível de O_2 estar diretamente associado a população dos microrganismos (AWASTH et al. 2014). Além disso, ela afeta os atributos físico-químicos tais como, umidade, matéria orgânica, temperatura e pH do composto (RICH & BHARTI, 2015).

A presença do oxigênio é importante principalmente na primeira fase onde a atividade microbiana é mais intensa para decomposição do material. E o nível de O_2 contribui para a eficiência do processo de compostagem devido estar associado a dinâmica da população microbiana, e ajuda no controle ideal para decomposição termofílica dos resíduos orgânicos (NAKASAKI, 2009).

O oxigênio atua diretamente na regulação da temperatura e no processo biológico oxidativo do carbono presente no material orgânico. Além disso, é fundamental para que ocorra produção de energia para a decomposição do material pelos microrganismos sendo parte dessa energia liberada na forma de calor (NOGUCHI, 2017).

Por se tratar de processo aeróbio, ou seja, no qual sua função depende de oxigênio, e sua falta resulta em condições anaeróbicas comprometendo toda a microbiótica do processo. O controle da aeração é fundamental no processo de compostagem, visto que seu nível influencia praticamente em todos os parâmetros físico-químicos e biológico.

3.5.3 Temperatura:

Segundo Paixão et al. (2012), o tipo de material usado na construção das leiras influencia diretamente na temperatura. Materiais de baixa relação C:N e ricos em proteínas aquecem rapidamente. Já materiais com partículas moídas homogêneas ocorrem menor perda de calor, materiais mais espessos com boa aeração permitem alcançar elevadas temperaturas, porém o calor é dissipado de forma mais rápida.

A faixa de temperatura para o desenvolvimento da atividade dos microrganismos está entre 40°C e 60°C, sendo considerada ideal 55°C. Temperaturas mais elevadas em torno de 75°C reduz a atividade microbiana e aumenta a perda de

nitrogênio através da volatilização da amônia. Esse fato ocorre com mais frequência em material com baixa relação C:N que possuem reação alcalina (NETO, 2007).

Dessa forma, o tamanho da partícula do material influencia na temperatura, porém o cuidado nessa escolha deve levar em consideração, já que materiais mais espessos elevam o tempo de degradação pelo microrganismo e partículas moídas podem ocorrer compactação dificultando a aeração afetando a população dos microrganismo.

3.5.4 Relação C:N:

A relação C:N é associada a habilidade na liberação do nitrogênio do material orgânico. A baixa relação causa perdas de nitrogênio em forma de amônia, e valores elevados torna o processo mais lento e demorado. Para que ocorra um processo eficaz é necessário que o material tenha uma relação C:N compatível com o metabolismo dos organismos responsáveis pela biodegradação. A digestão da matéria orgânica deve ser colocada em local adequado, com controle de umidade e temperatura e outros fatores conforme a necessidade do processo (COTTA, 2015).

Durante o processo da compostagem, os microrganismos decompõem o material orgânico para obtenção de energia para o metabolismo e adquirir nutrientes como N,P,K para sustentar sua população. Porém, o C sendo fonte de energia e N atuando na estruturação celular são os elementos mais essenciais para os microrganismos. Quando a quantidade de N é limitante, o crescimento microbiano diminui, e a decomposição se torna mais lentos. Caso essa quantidade de N presente seja elevado, será volatilizada em forma de amônia. Portanto a relação C:N é um indicador no grau de decomposição do material orgânico (ONWOSI, et al., 2017).

A concentração de N da matéria orgânica é determinante para o processo de decomposição e mineralização, além disso, a quantidade do C a ser digerido no processo de decomposição influencia na transformação do carbono em CO₂ (VALENTE et al., 2009).

Segundo Gorgati (2001), relata que a relação C:N inicial deve estar entre 25:1 e 35:1 devido a absorção do carbono pelo microrganismo ser de 30 para 1, o que significa que 10 partes de carbono são incorporadas ao protoplasma e 20 eliminadas na forma de gás CO₂, e o nitrogênio na proporção 10:1. Yang et al. (2015), relata que

a relação C:N tende a diminuir durante o processo de compostagem devido a taxa de mineralização no nitrogênio orgânico ser menor que a do carbono orgânico.

3.5.5 Potencial Hidrogeniônico – pH:

O pH afeta a atividade dos microrganismos devido cada espécie se desenvolver e adaptar em diferentes faixas, e cada material tende a desenvolver um pH diferente principalmente na fase inicial da compostagem (INÁCIO, 2009).

Um pH muito baixo pode afetar negativamente as fases do processo de compostagem, já o aumento pode ocorrer acúmulo de amônia decorrente da degradação das proteínas (HACHICHA et al., 2009). A correlação dos níveis de pH, aeração, maior concentração de O₂, resulta em menor concentração de ácidos orgânicos presente no composto, com isso, eleva os níveis de pH que podem reduzir as atividades microbianas (ONWOSI, et al., 2017).

De acordo com Turan (2008) a oscilação do pH pode ser um indicativo da atividade microbiana, nível muito baixo como 5,0 ocorre um declínio dos microrganismos. Para Neto (2007), o pH ideal para a maioria dos fungos é 5,5 e 8,0, já para bactérias está entre 6 e 7,5.

Juárez et al. (2015), relataram que a cinza de madeira pode ser usada para ~~para~~ elevar o pH durante o processo de compostagem. Chan et al. (2016), observaram que o uso do mineral zeólito em compostagem pode elevar o pH.

Em virtude do que foi mencionado, no processo de compostagem ocorre uma grande diversidade de microrganismos que possuem adaptação atípica quanto a níveis de pH, sendo que a acidez e a basicidade podem influenciar no crescimento de determinados microrganismos. Sendo assim, devido a heterogeneidade do material a ser utilizado, é importante a neutralidade dos níveis de pH para o favorecimento de maior gama de fungos e bactérias.

3.5.6 Tamanho da partícula:

A manutenção da porosidade e a aeração adequada no processo de compostagem é influenciada pelo tamanho da partícula. Uma partícula de tamanho grande, por volta de 25-75 mm, decompõe de forma mais lenta, já de tamanho pequeno pode ocorrer compactação da massa e reduzir a porosidade do substrato (ONWOSI et al. 2017).

Com isso, quanto menor a partícula em tamanhos que não afete negativamente os outros fatores como aeração devido a compactação, maior a superfície de contato, e mais fácil a biodecomposição, consequentemente diminui o tempo da compostagem.

3.5.7 Microrganismos:

Wang et al. (2017) relata que a maior diversidade de microrganismos ocorre durante a fase de maturação da compostagem, e os filos mais abundante no processo são os Firmicutes, Bacteroidetes, Proteobacteria e Actinobacteria.

Quadro 2. Resumo da diversidade de microrganismo encontrado no processo de compostagem

Tipo	Microrganismos identificados	Autores
Bactérias	<i>Acinetobacter lwoffii</i> , <i>Clostridium tetani</i> , <i>Streptococcus</i> spp.,	Franke et al. (2005)
Bactérias	<i>Actinomyces</i> sp., <i>Brevindimonas</i> spp., <i>Nitrobacter</i> spp., <i>Pseudomonas</i> spp. , <i>Acinetobacter</i> spp., <i>Xanthomonas</i> spp., e entre outras.	Shemekite et al. (2014)
Fungos	19 espécies da classe Sordariomycetes e 11 da Eurotiomycetes	López-González et al. (2015)
Bactérias	Principais gêneros de <i>Anoxybacillus</i> e <i>Bacillus</i>	Wang et al. (2017)
Fungos	Gêneros mais frequente foram <i>Candida</i> , <i>Saccharomyces</i> e <i>Schizosaccharomyces</i>	Liu et al. (2015)
Bactérias	<i>Symbiobacterium</i> , <i>thermophilum</i> , <i>Rhodothermus marinus</i> , <i>Thermobacillus compostii</i> e <i>Thermobispora bispora</i>	Antunes et al. (2016)
Bactéria	<i>Proteobactérias</i> , <i>Firmicutes</i> , <i>Cloroflexos</i> , <i>Actinobactérias</i> e <i>Bacteroidetes</i>	Tian et al. (2013)

Fonte: próprio autor

Dado o exposto, percebe-se que há uma ampla diversidade de microrganismos encontrados no processo de compostagem, sendo a maioria de bactérias. Alguns desses microrganismos possuem potencial de promover crescimento em plantas e controlar fitopatógenos como os gêneros *Bacillus* (FERREIRA et al., 2019), *Actinobactérias* (OLIVEIRA et al, 2018)

3.6 BENEFÍCIO DA COMPOSTAGEM NA AGRICULTURA:

Segundo Zhang e Sum (2014), tradicionalmente o destino final dos resíduos sólidos é a incineração o que consequentemente gera grandes quantidades de gases do efeito estufa, e também depositados em aterro sanitário comprometendo o meio ambiente. Devido a essas práticas indesejáveis, a compostagem tem recebido uma importante atenção por ser ambientalmente aceitável e gerando benefícios ao homem e a natureza.

O composto da compostagem possui vários benefícios, como uma melhor qualidade em relação aos fertilizantes inorgânicos comerciais (CHOWDHURY et al., 2015), podem substituir os condicionadores de solos em apoio a formação de húmus (Hermann et. al. (2011), que beneficia o crescimento da planta, e também atua como biocontrole contra vários fungos fitopatogênicos de solos (TRAVERSA et al., 2010).

O composto de resíduos orgânicos traz vários benefícios que os fertilizantes sintéticos não podem fazer como, revitalizam a matéria orgânica e com isso melhora a interação da água x solo. Nos solos arenosos ajuda na retenção de água tornando por mais tempo para absorção das plantas. Em solos argilosos, o composto melhora a porosidade facilitando a drenagem e evitando o encharcamento do solo. Além disso, melhora a microbiota do solo no fornecimento de fungos e bactérias que fornecem nutrientes presentes na parte mineral do solo tornando disponível para a planta (HERNÁNDEZ et al., 2014; BARTHOD, 2018).

Por todos esses aspectos, é observado que a compostagem beneficia o solo em todos os seus aspectos como: físicos como a porosidade, drenagem; químicos na formação de ácidos húmicos; biológico na disponibilização de microrganismo ao do solo e controle de agentes patogênicos. Além de contribuir para preservação do meio ambiente.

Quédraogo (2001), utilizando os resíduos domésticos como esterco animal, resíduos de cultura e cinzas como material de compostagem observou um aumento de 45% na produção de grão em relação aos tratamentos sem compostos, além de uma produção de matéria seca significativas entre os tratamentos.

Strojaki et al. (2013) avaliando o potencial do composto obtido de lixo urbano como fertilizante nas culturas de milho e girassol e seus efeitos nas propriedades de Latossolo, observaram uma redução na acidez potencial, resultando em aumento da saturação por base de 77 para 85% com doses de até 40 nas doses de até 40 mg por hectares, além do aumento de teores de Ca (6,0 para 8,0) e Mg (3,3 para 4,0) com as doses do composto.

Hernández et al. (2014), em estudo sobre a viabilidade do uso de composto orgânico combinado com a fertilização inorgânica convencional na produção de tomateiro, utilizando os tratamentos com compostos de esterco de ovelhas e cabra (T1), compostos obtido da mistura de esterco de vaca, com alperujo e poda de oliva

(T2), e fertilização inorgânica (T2), observou o solo que recebeu apenas o composto a produção de tomate melhorou significativamente, além disso a fertilização combinada do composto com a fertilização inorgânica permitiu reduzir o consumo de 40% de N mineral.

Pereira (2017), avaliando o pó de serra (50% Pó de Serra + 50% Esterco de ovino) (75% de Pó de Serra + 25% de Esterco de Ovino) e Esterco de Ovino na produção composto orgânico e o efeito na produtividade da abóbora (*Cucurbita moschata*), constatou que pH, temperatura e umidade pouco não se diferenciaram entre as coletas. E o esterco de ovino resultou em maior produtividade da abóbora com 1200 kg ha⁻¹.

No entanto, o uso dos composto como substituição dos fertilizantes minerais convencionais as vezes se torna uma problemática. Isso ocorre devido algumas culturas serem altamente exigentes em nutrientes e necessidades pontuais ao longo do seu ciclo, com isso seria necessária uma maior quantidade de compostos para atender a necessidade geral até a colheita e os compostos não fornecem esses nutrientes no estágio certo (HERNÁNDEZ et al., 2014).

Ao contrário do relatado, é importante salientar que na aplicação do composto além de disponibilizar macro e micronutrientes, fornecem também microrganismo que possuem capacidade de solubilizar nutrientes para plantas, essa liberação é gradativa podendo ser por todo o ciclo, e as sucessivas aplicações beneficia a construção microbiótica do solo melhorando a matéria orgânica.

3.7 POTECLAL DA COMPOSTAGEM E POLÍTICAS PÚBLICAS NO TOCANTINS:

O Tocantins é o estado mais novo da Federação, de acordo com CENSO 2019 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) possui uma população estimada de 1.572.866 pessoas com área territorial de 277.466,763 km². Considerado o estado mais novo da Federação possuem um destaque na produção agrícola, na safra 2019/2020 alcançou a produção de 5,4 milhões de toneladas de grãos.

Nesse cenário de aumento populacional e expansão industrial surge também a crescente geração de resíduos sólidos. De acordo com o Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Tocantins (PERS-TO, 2017), os principais polos geradores

que mais produzem resíduos no Tocantins são Palmas, Araguaína e Gurupi devido seu aporte populacional e às atividades econômicas desenvolvidas nesses centros urbanos, sendo responsáveis por 66% dos resíduos secos, 56% dos resíduos úmidos, e 41% com relação a todos os rejeitos produzidos no estado conforme a tabela 4.

Tabela 4. Composição de RSU por área programa no Tocantins.

Municípios	Resíduos secos (ton/mês)	Resíduos úmidos (ton/mês)	Rejeitos (ton/mês)
Araguaína	2.329,59	1.678,04	379,70
Araguatins	224,33	230,47	147,06
Arraias	93,74	93,74	61,45
Augustinópolis	291,60	299,59	191,17
Colinas	363,70	373,66	238,43
Dianópolis	184,86	189,92	121,19
Guaraí	334,09	343,24	219,02
Goiatins	77,47	79,60	50,79
Gurupi	1.125,26	882,26	298,44
Natividade	127,60	131,09	83,65
Novo Acordo	118,58	121,83	77,74
Palmas	4.826,54	3.395,25	656,14
Paraíso	553,23	568,39	362,68
Paranã	75,09	77,14	49,22
Pedro Afonso	155,27	159,53	101,79
Taguatinga	103,70	106,55	67,99
Tocantinópolis	258,72	265,81	169,61
Xambioá	146,64	150,66	96,13
Total	11.390,00	9.149,34	3.372,20

Fonte: PERS-TO, 2017

Quanto a composição gravimétrica nos municípios com mais de 50 mil habitantes é observada a composição dos resíduos sólidos urbanos na Tabela 5.

Tabela 5. Composição gravimétrica aplicável para municípios com mais de 50.000 habitantes

Componentes dos RSU % em relação ao total	% em relação ao total
Matéria Orgânica	38,24 %
Rejeitos (sanitários)	6,13 %
Plástico	26,18 %
Papel / Papelão	8,59 %
Vidro	7,77 %
Metal	3,68%
Tetra Pak	2,25 %
Outros	7,16 %

Fonte: PERS-TO, 2017.

As buscas por alternativas de reaproveitamento desses resíduos é uma questão de políticas social, ambiental e econômica. Para isso é essencial a expansão e aplicações de políticas públicas na elaboração de programas e projetos. O Plano

Estadual de Resíduos Sólidos do Tocantins, destaca algumas ações desenvolvidas no estado como: o Programa Educa Sanear, da Agência Tocantinense de Saneamento (ATS), projeto Lixo e Cidadania, Programa Estadual de Coleta Seletiva do Lixo – LIXOBOM, Projeto Cataforte, do Governo Federal, de coleta seletiva.

Diante desse cenário, é observado a maior porcentagem para matéria orgânica nos componentes dos resíduos sólidos (Tabela 5). Esse alto percentual por não ser coletado separadamente, são destinados junto com demais materiais para destinação final. Sendo assim necessárias ações que incentive a separação dos resíduos orgânicos e implantações de unidades para o tratamento dos mesmos, como por exemplo a unidade de compostagem.

Rodrigues et al. (2015), analisando o potencial de reutilização dos resíduos oriundo de poda em Palmas - TO, constatou que o município nos anos de 2008 a 2012 a produção de resíduos de galhadas foi aproximadamente de 1301 toneladas ano⁻¹, que corresponde a 3,61 toneladas dia⁻¹. Esse volume era destinado aos Aterro Sanitário e em áreas impróprias necessitando assim de projeto de reutilização desses resíduos. A implementação de uma usina de compostagem dos resíduos de poda é uma alternativa viável tendo um custo estimado de produção de 88,74 toneladas.

Outra alternativa para a reaproveitamento dos resíduos orgânicos, é apoio na elaboração de projetos de compostagem caseira nas zonas rurais para o fortalecimento do pequeno produtor para geração do seu próprio fertilizantes.

Martins et al. (2012), em oficina teórico-práticas sobre técnicas de compostagem no município de Miranorte - TO demonstraram aos participantes a importância do aproveitamento dos resíduos orgânicos e a problemática rural e urbana na gestão desses resíduos, ensinando a forma correta de separar os resíduos produzido em suas residências. E o composto gerado na oficina foi destinado a adubação das hortas cultivadas nas unidades educacionais para a produção de alimentos saudáveis.

Estudo conduzido por Pereira et al. (2012) sobre uma abordagem para o aproveitamento de resíduos sólidos descartados no Instituto Federal do Tocantins, campus de Araguatins, ressaltaram que esses resíduos podem ser destinados para compostagem. As diferentes Unidades Educativas de Produção (UEP) do Campus produzem expressiva quantidade de materiais como resto vegetais e resíduos da

produção de frutas, de culturas anuais (milho, soja, arroz, mandioca), restos de alimentos processados, camas de esterco e aves mortas, esterco (da bovinocultura, suinocultura, ovinocultura), e sobra de 30 a 40 kg das 1.200 refeições servida diariamente, matérias que podem ser reutilizados no processo produtivo agropecuário.

Pelo observado dos fatos citados, é inúmera a diversidades dos materiais que podem ser destinados a compostagem. O uso dos resíduos alimentares para obtenção de composto é de fácil acesso e relativamente simples de ser adotado pelas comunidades, família ou unidades educacionais trazendo benefícios como uso próprio para adubar plantas em suas propriedades.

Barbosa et al. (2019) ressaltam que o acumulo dos resíduos é uma problemática aos órgãos públicos e a população de modo geral. Faz-se necessário a busca por alternativas que amenizem os prejuízos a sociedade e o meio ambiente. O reaproveitamento de resíduos sólidos orgânicos advindos da merenda escolar através da compostagem no município de Araguatins -TO, concluiu que através desses resíduos pode se obter composto de qualidade e destinado a diversas culturas agrícolas, além de adubar a horta escolar reduzindo os custos com fertilizantes químicos, e fornecendo hortaliças de qualidade aos alunos.

Estudo conduzido por Silva et al. (2019), usando composto orgânico da mistura de conteúdo ruminal bovino enriquecido com farinha de carne e osso adicionado a diferentes substratos para produção de mudas de cajueiro anão-precoces em viveiro, no estado do Tocantins, demonstrou que terra preta + areia + composto orgânico e terra preta + areia + esterco bovino proporcionaram melhor crescimento das mudas de caju anão precoce clone CCP06.

Bonfim et al. (2017), avaliando o desempenho de diferentes proporções de substrato com esterco de aves na altura de plantas na cultura do repolho em casa de vegetação do IFTO, *Campus Araguatins*, constatou que o tratamento na composição de terra preta + 5% casca de arroz carbonizada + 5% de esterco de aves proporcionando maior altura e desenvolvimento qualitativo na muda do repolho, devido ao esterco de aves ser rico em N favorecendo o desenvolvimento da planta, além de melhorar a estruturação do solo e a retenção da água.

Dado o exposto, os resíduos orgânicos das atividades agrossilvopastoris são fonte de matérias primas de fácil acesso e uma importante alternativa na

racionalização dos fertilizantes químicos nas propriedades agrícolas, sendo assim fundamental o incentivo da destinação dos resíduos da criação de animais para a compostagem doméstica nas comunidades rurais do Estado.

Freitas (2016), avaliando o efeito ativador de diferentes doses de farinha de osso nas atividades microbiana e decomposição de resíduos ruminal de bovinos no sul do Tocantins, observou diferentes faixas de temperatura nas fases de decomposição chegando a uma temperatura máxima de 71,2°C, e isolamento e purificação de 116 fungos e 263 bactérias. Com isso, concluiu que as diferentes doses de farinha de osso influenciaram diretamente nos indicadores de pH, temperatura, condutividade elétrica, açúcares redutores totais.

Silva et al. (2018), avalaram a compostagem de resíduos de pescado usando duas fontes de carbono a maravalha de pinus e casca de arroz e a possível redução de microrganismo patogênicos presente no composto após sessenta dias. Observaram que após 48 h a temperatura aumentou chegando a 41,3°C, e que a alta temperatura inicial favoreceu a na redução dos patógenos *Escherichia coli* e *Salmonella* spp. a um nível aceitável para o uso na agricultura. A *Escherichia coli* é uma bactéria que pode causar danos pois coloniza o intestino humano causando diarreia (RODRÍGUEZ-ANGELES, 2002). A *Salmonella* spp. presente é um risco a saúde pública, responsável por graves intoxicações alimentares (SHINOHARA, et al. 2008).

Em virtude dos fatos mencionados, é de extrema relevância a união do poder público, setor privado, entidades governamentais e não governamentais no apoio da divulgação à população o que é e como pode ser feita a compostagem e seu potencial na agricultura. Com isso, reduzindo os impactos ambientais causado pela destinação inadequada dos resíduos sólidos, além de contribuir para geração de renda e redução do custo de produção agrícola.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto, a compostagem pode ser considerada uma alternativa rentável para o sistema de produção agrícola, devido ao baixo custo de produção e elevada qualidade nutricional e biológica. A tecnologia para implantação pode variar, de baixo e avançado. Porém, o fator importante da compostagem é a qualidade do composto para aplicação no solo que pode ser obtido através de processo simples com nutrição e microbiota adequada.

Portanto, o Estado do Tocantins tem potencial para a reutilização dos resíduos sólidos evitando sua destinação aos aterros sanitários ou áreas inadequadas, bem como uma gestão desses resíduos para o processo de compostagem beneficiando os produtores agrícolas e o meio ambiente.

5. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS.

ABRELPE. **Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais**. 2019. Disponível em: file:///C:/Users/pc/Downloads/PanoramaAbrelpe_-2018_2019%20(1).pdf. Acesso 02 de junho de 2020.

ANDRADE, M. M. D. **Como preparar trabalho para curso de pós graduação noções praticas** 5.ed. São Paulo: Atlas, 2002.

ANTUNES, L. P.; MARTINS, L. F.; PEREIRA, R. V., THOMAS, A. M.; BARBOSA, D.; LEMOS, L. N.; & LOMBARDI, K. C. **Microbial community structure and dynamics in thermophilic composting viewed through metagenomics and metatranscriptomics**. Scientific reports, v. 6, p. 38915, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10.004: **Resíduos Sólidos - Classificação**. Rio de Janeiro: ABNT, 2004, 77 p

AWASTHI, M. K. et al. **Evaluation of thermophilic fungal consortium for organic municipal solid waste composting**. Bioresource technology, v. 168, p. 214-221, 2014.

BARBOSA, A. P.F. et al. **Reaproveitamento de resíduos sólidos orgânicos oriundo da merenda escolar por meio da compostagem**. Brazilian Applied Science Review, v. 3, n. 2, p. 1161-1168, 2019.

BARTHOD, J; RUMPEL, C; DIGNAC, M-F. **Composting with additives to improve organic amendments**. A review. Agronomy for sustainable development, v. 38, n. 2, p. 17, 2018.

BERNAL, M. P; ALBURQUERQUE, J. A.; MORAL, R. **Composting of animal manures and chemical criteria for compost maturity assessment**. A review. Bioresource technology, v. 100, n. 22, p. 5444-5453, 2009.

BIDONE, F. A. **Resíduos sólidos provenientes de coletas especiais: eliminação e valorização**. Brasília: FINEP/PROSAB, p. 1-218, 2001.

BONFIM, A. M. et al. **Avaliação de substratos alternativos na produção de mudas de repolho em casa de vegetação no extremo norte do Tocantins**. Revista Craibeiras de Agroecologia, v. 1, n. 1, p. 1-4, 2017.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos e altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1990 e dá outras providências**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, seção 1, p. 3, 2010.

CARLI, S.T. **Uso de Degradadores Biológicos na Aceleração do Processo de Compostagem dos Resíduos Orgânicos Vegetais e Palhas de Embalagem: Estudo de Caso na Ceasa-Curitiba**. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Tuiuti do Paraná, Curitiba, 2010.

CARVALHO, B. R. C. **Compostagem de resíduos verdes e orgânicos alimentares**. 2015. 104p. Dissertação (Pós-graduação em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ. 2015.

CERDA, A. et al. **Composting of food wastes: Status and challenges Compostagem de resíduos alimentares: status e desafios**. Bioresource technology , v. 248, p. 57-67, 2018.

CHAN, M. T.; SELVAM, A.; WONG, J. W. **Reducing nitrogen loss and salinity during 'struvite' food waste composting by zeolite amendment**. Bioresource technology, v. 200, p. 838-844, 2016.

CHOWDHURY, A. K. M. M. B. et al. **Is physicochemical evaluation enough to characterize olive mill waste compost as soil amendment? The case of genotoxicity and cytotoxicity evaluation**. Journal of Cleaner Production, v. 93, p. 94-102, 2015.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Levantamento de grãos da safra 2019/2020**. Disponível em: file:///C:/Users/pc/Downloads/GraosZmaioZcompletoZ2020.pdf. Acesso em 08 de junho de 2020.

CORTEZ, C. L. **Estudo do potencial de utilização da biomassa resultante da poda de árvores urbanas para a geração de energia: Estudo de caso**. 245p. Tese (Doutorado), Universidade de São Paulo, São Paulo. 245p. 2011.

COTTA, J. A. O. et al. **Compostagem versus vermicompostagem: comparação das técnicas utilizando resíduos vegetais, esterco bovino e serragem**. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 20, n. 1, p. 65-78, 2015.

D'ALMEIDA, M.L.O., VILHENA, A. **Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado**. São Paulo, IPT: CEMPRE, v. 2, 2000.

DAS, M. et al. **Co-composting of physic nut (*Jatropha curcas*) deoiled cake with rice straw and different animal dung**. Bioresource technology, v. 102, n. 11, p. 6541-6546, 2011.

FERREIRA, A. G.; SOUZA BORBA, S. N.; WIZNIEWSKY, J. G. **A prática da compostagem para a adubação orgânica pelos agricultores familiares de Santa Rosa/RS**. Revista Eletrônica do Curso de Direito da UFSM, v. 8, n.1, p. 307-317, 2013.

FERREIRA, Thiago Costa. **biocontrole de patógenos de solo e promoção de crescimento vegetal promovidos por bacillus spp. em milho**. Journal of Biology & Pharmacy and Agricultural Management, v. 15, n. 4, p.337-359, 2019.

FRANKE, W. I. H.; KLAMMER, S. H.; INSAM, H. **Design and application of an oligonucleotide microarray for the investigation of compost microbial communities**. Journal of Microbiological Methods, v. 62, n. 1, p. 37-56, 2005.

FREITAS, A. G. **Ativação Microbiana Eem Compostagem de Resíduo Ruminal Bovino**. 88p. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Tocantins, Gurupi-TO, 2016.

GORGATI, C.Q. **Resíduos Sólidos Urbanos em Áreas de Proteção aos Mananciais – Município de São Lourenço da Serra - SP: Compostagem e Impacto Ambiental**. 2001. 82p. Tese, Doutorado em Agronomia, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu, 2001.

HACHICHA, S. et al. **Biological activity during co-composting of sludge issued from the OMW evaporation ponds with poultry manure-Physico-chemical characterization of the processed organic matter**. Journal of Hazardous Materials, v. 162, n. 1, p. 402-409, 2009.

HERMANN, B. G. et al. **To compost or not to compost: Carbon and energy footprints of biodegradable materials' waste treatment**. Polymer Degradation and Stability, v. 96, n. 6, p. 1159-1171, 2011.

HERNÁNDEZ, T. et al. **Towards a more sustainable fertilization: combined use of compost and inorganic fertilization for tomato cultivation**. Agriculture, Ecosystems & Environment, v. 196, p. 178-184, 2014.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. 2008. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/2331#resultado>. Acesso em: 02 de junho 2020.

INÁCIO, C. de T. **Compostagem: ciência e prática para a gestão de resíduos orgânicos**. Embrapa Solos, 1 ed. 156 p. 2009.

IPEA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Diagnóstico dos Resíduos Sólidos Urbanos: Relatório de Pesquisa**. 2012. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/121009_relatorio_residuos_solidos_urbanos.pdf. Acesso em: 03 de junho, 2020.

JUÁREZ, M. F-D. et al. **Co-composting of biowaste and wood ash, influence on a microbially driven-process**. Waste management, v. 46, p. 155-164, 2015.

KIEHL, E. J. **Manual de compostagem: maturação e qualidade do composto**. 4ªed. Piracicaba, 171p, 1998.

LIU, D. et al. **Metaproteomics reveals major microbial players and their biodegradation functions in a large-scale aerobic composting plant**. Microbial biotechnology, v. 8, n. 6, p. 950-960, 2015.

LÓPEZ-GONZÁLEZ, J. A. et al. **Biodiversity and succession of mycobiota associated to agricultural lignocellulosic waste-based composting**. Bioresource technology, v. 187, p. 305-313, 2015.

LUANGWILAI, T. et al. **Modelling the effects of moisture content in compost piles**. Anais da 37ª Conferência Australiana de Engenharia Química. p. 1-14, 2011.

MARKAN, A.; ASSOBBHEI, O.; MOUNTADAR, M. **In-vessel composting under air pressure of organic fraction of municipal solid waste in A zemmour, Morocco**. Water and environment journal, v. 28, n. 3, p. 401-409, 2014.

MARTINS, M. R. et al. **10970-Técnicas de Compostagem no município de Miranorte-TO**. Cadernos de Agroecologia, v. 6, n. 2, p. 1-3, 2012.

NAKASAKI, K. et al. **Comparison of organic matter degradation and microbial community during thermophilic composting of two different types of anaerobic sludge**. Bioresource technology, v. 100, n. 2, p. 676-682, 2009.

NETO, J. T. P. **Manual de compostagem: processo de baixo custo**. Universidade Federal de Viçosa. UFV, 1º ed., n. 81, 2007.

NOGUCHI, S. H. **Processo de compostagem de resíduos sólidos em leira estática automatizada com aeração forçada**. 2017.137p. Dissertação. Universidade Federal do Mato Grosso. 2017.

OLIVEIRA, F. N. S.; LIMA, H. J. M.; CAJAZEIRA, J. P. **Uso da compostagem em sistemas agrícolas orgânicos**. Embrapa Agroindústria Tropical, 1º ed. p. 1-17, 2004.

OLIVEIRA, L. A.; SOUSA, C. D. S.; LIMA, F. D. S.; SOARES, A. C. F.; & ALMEIDA, S. R. M. **Mudas de tomateiro inoculadas com actinobactérias e adubadas com biomassa de leguminosas**. Cadernos de Agroecologia, v. 13, n. 1 p. 1-5, 2018.

ONWOSI, C. O. et al. **Composting technology in waste stabilization: on the methods, challenges and future prospects**. Journal of Environmental Management, v. 190, p. 140-157, 2017.

OUÉDRAOGO, E.; MANDO, A.; ZOMBRÉ, N. P. **Use of compost to improve soil properties and crop productivity under low input agricultural system in West Africa**. Agriculture, ecosystems & environment, v. 84, n. 3, p. 259-266, 2001.

PAIXÃO, R. M.; SILVA, L. H. B. R.; TEIXEIRA, T. M. **Análise da Viabilidade da Compostagem de Poda de Árvore no Campus do Centro Universitário de Maringá**. VI Mostra Interna de Trabalhos de Iniciação Científica, Anais eletrônicos, 2012. ISBN 978-85-8084-413-9.

PEREIRA, H. R. **Produção e Uso de Composto Orgânico a Base de Pó de Serra na Cultura da Abóbora**. 2017. 47 p. Dissertação (Mestrado em Agroecologia). Universidade Estadual de Roraima, Boa Vista, RR, 2017.

PEREIRA, L. G. A. et al. **COMPOSTAGEM: uma proposta para o aproveitamento de resíduos sólidos no cCampus Araguatins**. In: VII CONNEPI-Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação. 2012.

PERS-TO. **Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Tocantins**. Disponível em: <http://www.semarrh.to.gov.br/plano-estadual-de-residuos-solidos-pers-to>. Acesso 08 de junho de 2020.

PETRIC, I.; HELIĆ, A.; AVDIĆ, E. A. **Evolution of process parameters and determination of kinetics for co-composting of organic fraction of municipal solid waste with poultry manure.** Bioresource Technology, v. 117, p. 107-116, 2012.

QIAN, X. et al. **Co-composting of livestock manure with rice straw: characterization and establishment of maturity evaluation system.** Waste management, v. 34, n. 2, p. 530-535, 2014.

RICH, N.; BHARTI, Ajay. **Assessment of different types of in-vessel composters and its effect on stabilization of MSW compost.** International Research Journal of Engineering and Technology, v. 2, p. 37-42, 2015.

RODRIGUES, P. R. Barreto et al. **Análise do potencial de reutilização dos resíduos provenientes de poda, município de Palmas, Tocantins.** Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais, v. 6, n. 1, p. 269-284, 2015.

RODRÍGUEZ-ANGELES, G.. **Principales características y diagnóstico de los grupos patógenos de Escherichia coli.** Salud Pública de México, v. 44, n. 5, p. 464-475, 2002.

SANTOS, A. T. L. et al. **Aproveitamento da fração orgânica dos resíduos sólidos urbanos para produção de composto orgânico.** Revista Brasileira de Ciências da Amazônia/Brazilian Journal of Science of the Amazon, v. 3, n. 1, p. 15-28, 2015.

SANTOS, T. C. G. et al. **Metodologia para o controle da compostagem em pequenas propriedades rurais.** In: VI CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, Porto Alegre/RS. 2015. Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2015/III-062.pdf>. Acesso em 9 junho de 2020.

SHEMEKITE, F. et al. **Coffee husk composting: an investigation of the process using molecular and non-molecular tools.** Waste management, v. 34, n. 3, p. 642-652, 2014.

SHINOHARA, N. K. S. et al. **Salmonella spp., importante agente patogênico veiculado em alimentos.** Ciência & Saúde Coletiva, v. 13, p. 1675-1683, 2008.

SILVA, E. M. et al. **Produção de mudas de Cajueiro Anão-precoce em substratos de resíduos orgânico.** Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS), v. 9, n. 1, p. 90-96, 2019.

SILVA, F. X. et al. **Compostagem segura na utilização de resíduos de pescado com maravalha de pinus e casca de arroz.** Embrapa Pesca e Aquicultura, v. 4, n. 2, p. 1-10, 2018.

SILVEIRA, R. C. P. **A organização textual do discurso científico de revisão.** Tema, n. 16, p. 99-111, 1992.

STROJAKI, T. V. et al. **Atributos químicos do solo e produtividade de girassol e milho em função da aplicação de composto de lixo urbano**. Pesquisa Agropecuária Tropical, v. 43, n. 3, p. 278-285, 2013.

TEIXEIRA, R.F.F. **Compostagem**. In: HAMMES, V.S. (Org.) Educação ambiental para o desenvolvimento sustentável. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, v.5, p.120-12, 2002.

TIAN, W.; SUN, Q.; XU, D.; ZHANG, Z.; CHEN, D.; LI, C.; & SHEN, B. **Succession of bacterial communities during composting process as detected by 16S rRNA clone libraries analysis**. International Biodeterioration & Biodegradation, v. 78, p. 58-66, 2013.

TOMASI, C.; MEDEIROS, J. B. **Comunicação científica: normas técnicas para redação científica**. Editora Atlas SA, 2008.

TRAVERSA, A. et al. **Water-extractable organic matter of different composts: A comparative study of properties and allelochemical effects on horticultural plants**. Geoderma, v. 156, n. 3-4, p. 287-292, 2010.

TURAN, N. G. **The effects of natural zeolite on salinity level of poultry litter compost**. Bioresource technology, v. 99, n. 7, p. 2097-2101, 2008.

VALENTE, B. S. et al. **Fatores que afetam o desenvolvimento da compostagem de resíduos orgânicos**. Archivos de zootecnia, v. 58, n. 224, p. 59-85, 2009.

WANG, K. et al. **Transformation of organic matters in animal wastes during composting**. Journal of hazardous materials, v. 300, p. 745-753, 2015.

WANG, X. et al. **Effects of the feeding ratio of food waste on fed-batch aerobic composting and its microbial community**. Bioresource technology, v. 224, p. 397-404, 2017.

YANG, Fan et al. **Effects of phosphogypsum and superphosphate on compost maturity and gaseous emissions during kitchen waste composting**. Waste Management, v. 36, p. 70-76, 2015.

ZHANG, L.; SUN, X. **Changes in physical, chemical, and microbiological properties during the two-stage co-composting of green waste with spent mushroom compost and biochar**. Bioresource technology, v. 171, p. 274-284, 2014.