



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
Instituto de Ciência e Tecnologia
Câmpus de Sorocaba

Gabriel Gomes Vasconcelos Macedo Diniz

Opções de tratamento para dejetos de pets
(cães e gatos), e suas consequências para o
meio ambiente e a saúde pública.

Sorocaba/ SP

2021

Gabriel Gomes Vasconcelos Macedo Diniz

Opções de tratamento para dejetos de pets (cães e gatos), e suas consequências para o meio ambiente e a saúde pública.

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
apresentado como parte dos pré-requisitos para a
obtenção do título de Engenheiro Ambiental, à
Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”,

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Renata Fracácio Francisco

Sorocaba/ SP

2021

D585o Diniz, Gabriel Gomes Vasconcelos Macedo
Opções de tratamento para dejetos de pets (cães e gatos), e suas consequências para o meio ambiente e a saúde pública. / Gabriel Gomes Vasconcelos Macedo Diniz. -- Sorocaba, 2022
36 f. : tabs., fotos

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Engenharia Ambiental) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia, Sorocaba

Orientadora: Renata Fracácio Francisco

1. Vermicompostagem. 2. Decomposição (Química). 3. Método de decomposição. 4. Fezes Exame. I. Título.
Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do Instituto de Ciência e Tecnologia, Sorocaba. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

Gabriel Gomes Vasconcelos Macedo Diniz

Opções de tratamento para dejetos de pets (cães e gatos), e suas consequências para o meio ambiente e a saúde pública.

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
apresentado como parte dos pré-requisitos para a
obtenção do título de Engenheiro Ambiental, à
Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”,

Sorocaba, 03 de dezembro de 2021

Renata Fracácio Francisco

Sorocaba

2021

Resumo

A crescente procura por pets no Brasil, impulsionada por medidas de isolamento social durante a pandemia causada pela COVID-19- que trouxe consigo um aumento considerável na utilização de descartáveis por todos- aliada a um crescimento exacerbado na geração de resíduos ano após ano, nos fez questionar o destino desses resíduos, e se eles não poderiam ser melhor aproveitados. 45,3% dos resíduos sólidos urbanos gerados no Brasil, são resíduos orgânicos que tem como destino aterros sanitários e lixões, onde liberam metano e poluem ainda mais nosso planeta, que tem como meta atual a diminuição da geração de gases do efeito estufa. Esse valor corresponde a 170 Kg de matéria orgânica descartada por pessoa por ano no Brasil, que poderia ser transformada em adubo e gerar valor, ao invés de um gasto aos cofres públicos e ao o pagador de impostos, como está estipulado na lei nº 12.305- que incentiva a compostagem nos municípios brasileiros. Outro fator agravante a situação atual é a crise hídrica, que assola o país e que pode se transformar em uma crise energética. Vivemos uma realidade onde muitos municípios possuem rios com vazões enormes que cruzam seus limites, mas se encontram na posição de racionamento, pois a água dos cursos d'água é imprópria para consumo devido aos níveis de poluição. A partir disso surgiu a ideia de ressignificar os dejetos gerados pelos cães e gatos, de forma a diminuir os seus impactos ambientais. Devido ao isolamento social, não foi possível realizar pesquisas em laboratório, portanto foi feita uma revisão bibliográfica sobre o assunto com o intuito de entender qual o melhor caminho para a destinação dos seus dejetos- que foi identificado como sendo a compostagem. Porém a melhor destinação é algo subjetivo, e depende das necessidades e disponibilidade de espaço inerentes de cada localidade. Portanto, a decomposição anaeróbia também se mostra como uma boa opção de destinação para esses resíduos.

Palavras-chave: Compostagem. Decomposição Anaeróbia. Fezes.

Abstract

The growing demand for pets in Brazil, propelled by social distancing measures during the pandemic caused by COVID-19- that brought with it a considerable increase in the use of disposables- combined with an exacerbated growth in waste generation year after year, made us question the destination of these residues, and whether they could not be put to better use. 45.3% of urban solid waste generated in Brazil is organic and is being destined to landfills and open-air dumps, where they release methane and further pollute our planet, that currently aims to reduce the generation of greenhouse gases. This percentage corresponds to 170 kg of organic matter discarded per person per year in Brazil, which could be transformed into fertilizer and generate value, instead of being an expense to the government and the taxpayer, as it is stipulated by Law No. 12,305- that encourages composting in Brazilian municipalities. Another factor that aggravates the current situation is the water supply crisis, which is desolating the country and could turn into an energy supply crisis. We live in a reality where many municipalities have rivers with an immense water flow that crosses their limits, but are still in a rationing position, as the water from thy rivers is unsuitable for consumption due to the levels of pollution. Inspired by this, rose the idea of giving a new meaning to the waste generated by dogs and cats, in order to reduce their environmental impacts. Due to social isolation, it was not possible to carry out research in the laboratory, therefore, a literature review was carried out on the subject in order to understand the best way to dispose of their manure- which was identified as composting. However, the best destination is something subjective, and depends on the needs and availability of space inherent in each location and their population. Thus, anaerobic decomposition also proves to be a good destination for these residues.

Keywords: Composting. Anaerobic digestion. Feces.

Lista de Figuras

Figura 1. População de animais domésticos no Brasil em 2019.....	8
Figura 2. Geração de RSU no Brasil.....	10
Figura 3 – Mortes por diarreia por frações atribuídas, crianças menores de 5 anos.....	16
Figura 4 – Temperatura na parte central e periférica da composteira.....	22
Figura 5 – Espinafre cultivado em (i) solo, (ii) CMC, e (iii) SCG-CM na quarta semana de vida.....	27

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Níveis de atendimento com água e esgotos dos municípios com prestadores de serviço participantes do SINIS em 2019, segundo macrorregião geográfica e Brasil.....	11
Tabela 2 – Disposição final de RSU nas regiões por tipo de destinação (T/ano).....	17
Tabela 3 - Organismos, espécies de micróbios e TVC Isolados durante vários estágios da digestão anaeróbia das fezes de cães.....	20
Tabela 4 – Características finais do composto obtido.....	21
Tabela 5 - Parâmetros microbiológicos avaliados nos compostos estudados ao final de 14 semanas de compostagem.....	24
Tabela 6 – Análise química das amostras.....	25
Tabela 7 – Peso dos pés de alface e valores de biomassa obtidos.....	26
Tabela 8 – Nutrientes presentes (mg/kg seco) em CGC-CM CMC e solo.....	27
Tabela 9 – Teor de Zn, Cd, Pb, e Cu na folhagem e nas raízes do espinafre (mg/Kg) cultivados em SGC-CM, CMC, e solo.....	27

Sumário

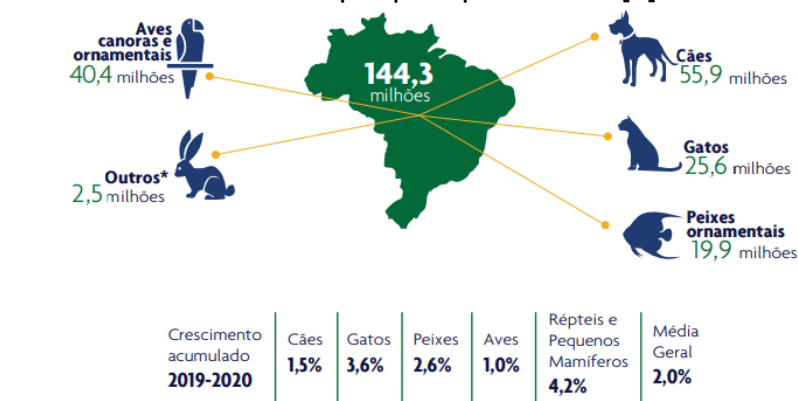
Introdução.....	8
Materiais e Métodos.....	13
Revisão da Literatura.....	14
Impactos Ambientais e de Saúde Pública	14
Tipos de tratamento.....	18
Discussão e Conclusão	29
Referências Bibliográficas	32

Introdução

Em 31 de dezembro de 2019, a Organização Mundial da Saúde (OMS) foi alertada sobre graves casos de pneumonia na cidade de Huan-localizada província de Hueym, na República Popular da China. Após sete dias, foi confirmado tratar-se de uma nova cepa de coronavírus (Sars-Cov-2), que disseminou-se rapidamente entre os continentes, desencadeando a pandemia da doença Covid-19. Esse vírus circulando e acometendo sintomas respiratórios graves e letais, além de outras consequências, desencadeou inúmeras mudanças em todas as esferas da vida humana. [1] (OPAS- Organização Panamericana de Saúde).

Uma das mais expressivas, foi a adoção de medidas de isolamento social que foram implementadas em alguns estados brasileiros, com o objetivo de impedir a disseminação do vírus. O que aumentou em até 50% a procura por adoções de cães e gatos durante o período de quarentena, segundo o Jornal O Globo, de forma a aliviar a solidão neste período. [2]

Em 2018, o Brasil ocupava a segunda colocação mundial com relação a população de gatos, cães e aves canoras e ornamentais. E era o terceiro colocado levando em conta a contagem total dos pets, chegando a 139,3 milhões de animais de estimação. Posteriormente este número saltou para 144,3 milhões (Figura 1), e segue em uma crescente que foi impulsionada de maneira abrupta pela pandemia. [3]



Dados 2019
Fonte: Euromonitor
Elaboração: Abipet

Fonte: Abipet, 2021.

Figura 1 – População de animais domésticos no Brasil em 2019.

Com este aumento na população dos animais de estimação, é válido supor que houve também um incremento na produção de dejetos e resíduos em todo o país, oriundos das necessidades inerentes destes animais. E com isso, vamos a problemática a ser abordada nesta monografia.

Os resíduos gerados por estes animais podem ser os mais variados, dependendo das escolhas dos donos.

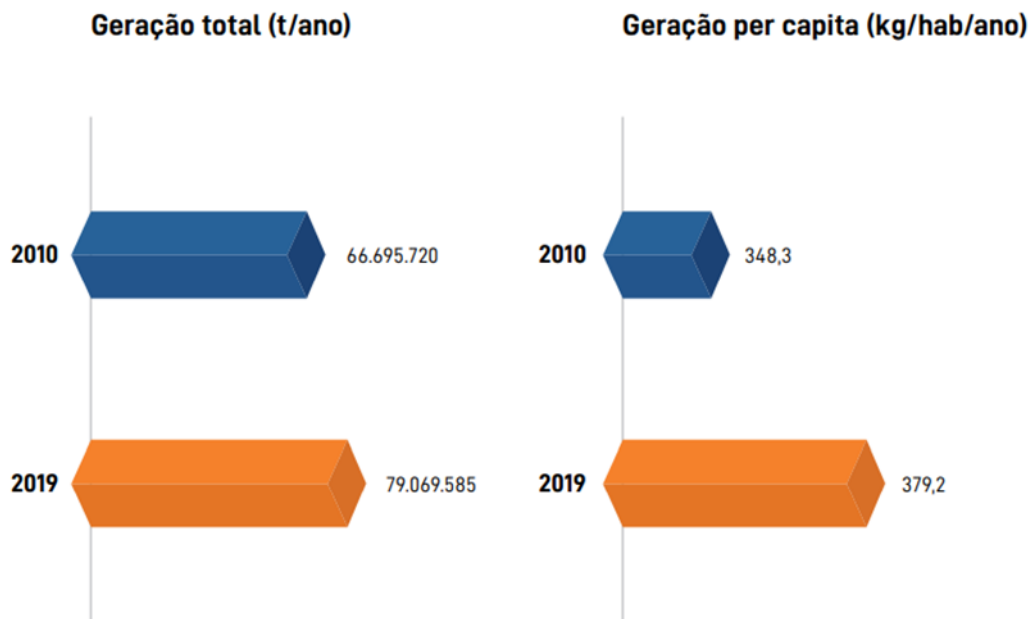
Para os gatos, por exemplo, existem inúmeras opções de preenchimentos para as “caixas de areia” onde os animais fazem suas necessidades. Com relação aos cachorros (alguns gatos também) que utilizam tapetes sanitários- existem os descartáveis, os que são direcionados a rede de esgoto e possuem mecanismos de limpeza, etc. Quando eles estão passeando na rua e tem suas necessidades recolhidas para posterior descarte, esse resíduo gerado percorre ainda outro caminho.

Portanto, existem basicamente 3 destinos para os resíduos gerados pelos animais domésticos: Deixar ao ar livre (quintal de casa, canteiro da rua, parque, entre outros), Esgoto, ou “lixo” - que na grande maioria dos municípios brasileiros tem como destino um aterro sanitário.

Segundo a ABRELPE (Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais), de 2010 a 2019 o Brasil registrou um incremento de quase 20% na geração de resíduos sólidos urbanos, saltando de 67 milhões para 79 milhões de tonelada por ano, como mostra a Figura 2. Ao final de 2019, cada brasileiro produzia, em média, 397,2 Kg de lixo anualmente (ligeiramente mais de 1 Kg por dia) – valores que certamente foram insuflados com a chegada da Covid-19, e a rigidez dos protocolos sanitários adotados. [4]

Vale ressaltar que 45,3% desses resíduos sólidos urbanos, são resíduos orgânicos e que poderiam ser compostados. O que corresponde a 170 Kg de matéria orgânica descartada por pessoa por ano no Brasil

que tem como destino aterros sanitários e lixões, onde liberam metano para a atmosfera. [4]



Fonte: ABRELPE, 2020.

Figura 2 – Geração de RSU no Brasil.

Quanto ao descarte e tratamento de esgotos no Brasil, trata-se de um dado difícil de ser mensurado precisamente pois ele não é quantificado. Utilizam-se os valores referentes ao consumo de água para fazer a cobrança da taxa de esgoto. Por isso o SINIS (Sistema Nacional De Informações Sobre Saneamento) - que é o maior e mais importante sistema de informações do setor de saneamento brasileiro- salienta que, quando comparado com os volumes de água consumidos, o índice de volume das águas residuais tratado dificilmente atinge os 90%, tendo em vista que não é toda água que é consumida que gera esgoto. Por outro lado, também existem outras entradas no sistema, como a infiltração de águas pluviais que podem superestimar os valores recolhidos pelas redes de esgoto, podendo esse índice ultrapassar os 100%. [5]

Dito isso, podemos aferir que quantificar com precisão a porcentagem de tratamento de esgoto não é uma tarefa fácil. Porém, não é necessária muita precisão para entender que o saneamento básico ainda é um problema que está longe de ser resolvido no Brasil e que vem

prejudicando nossos mananciais e toda a fauna e flora que os habitam, como evidenciado na Tabela 1.

Os índices de atendimento da rede de esgotos, em 2019, apresentavam média de 54,1 % subindo para 61,9% considerando apenas o atendimento urbano, tendo a região Sudeste e Norte como outliers. Ou seja, quase metade dos esgotos não são nem coletados, e menos da metade do esgoto gerado é tratado, considerando o Brasil como todo. [5]

Tabela 1 – Níveis de atendimento com água e esgotos dos municípios com prestadores de serviço participantes do SINIS em 2019, segundo macrorregião geográfica e Brasil.

Macrorregião	Índice de atendimento com rede (%)				Índice de tratamento dos esgotos (%)	
	Água		Coleta de esgotos		Esgotos gerados	Esgotos coletados
	Total	Urbano	Total	Urbano	Total	Total
	IN055	IN023	IN056	IN024	IN046	IN016
Norte	57,5	70,4	12,3	15,8	22,0	82,8
Nordeste	73,9	88,2	28,3	36,7	33,7	82,7
Sudeste	91,1	95,9	79,5	83,7	55,5	73,4
Sul	90,5	98,7	46,3	53,1	47,0	94,6
Centro-Oeste	89,7	97,6	57,7	63,6	56,8	93,2
Brasil	83,7	92,9	54,1	61,9	49,1	78,5

Fonte: SINIS (2019).

Segundo SHIGAKI 2006, geralmente a eutrofização dos corpos d'água ocorre de maneira mais rápida quando há um aumento de fósforo dissolvido na água, e isso teve uma relação direta com a lixiviação deste elemento. Fazendo um paralelo aos pets, também não seria desejável que seus dejetos sejam lixiviados e vão parar em nossos rios que já se encontram suficientemente prejudicados pelo descarte de esgoto sem tratamento.

Em vista dos dados levantados, nenhuma das alternativas para descarte dos dejetos dos animais de estimação se apresenta como uma boa opção. Fazendo-se necessário achar uma solução para um descarte mais sustentável.

Diante do exposto, o presente trabalho pretendia realizar experimentos práticos. Porém, Devido a impossibilidade de acesso a UNESP Sorocaba, como consequência das medidas de isolamento social na pandemia vigente, não foi possível a realiza-los. Inicialmente o intuito era fazer um estudo sobre a composição das fezes de gatos, e discorrer sobre quais tipos de tratamento seriam mais adequados.

Porém, devido ao cenário atual, será feita uma revisão bibliográfica sobre os impactos ambientais e à saúde pública, e os possíveis destinos dos dejetos de gatos e cães, de modo a ilustrar quais as melhores soluções e como aplica-las: tanto em um ambiente doméstico com restrições de espaço, quanto em larga escala- pensando no ponto de vista de gestão de resíduos de um município, por exemplo.

Materiais e Métodos

Os critérios de busca para a revisão bibliográfica foram adotados apenas com base nas palavras chave devido à escassez de artigos que discorrem sobre o assunto de reaproveitamento de dejetos com relação aos pets. Portanto não foi delimitado um período hábil para a escolha dos artigos.

As bases de dados utilizadas foram: Web of Science, Google scholar, Dedallus, Periódicos capes e também a Base de periódicos da Unesp repositório.

As palavras chave pesquisadas foram: “compostagem”, “decomposição anaeróbia”, “destinação”, “dejetos”, “fezes”, “gatos”, “cães” e “pets”.

Revisão da Literatura

Impactos Ambientais e de Saúde Pública

O descarte de dejetos de cães e gatos, da maneira que ocorre presentemente apresentam grandes impactos ambientais e riscos à saúde pública.

Segundo COSTA (2019), existem basicamente 3 destinos para os dejetos de cães: Descarte em vasos sanitários, descarte no lixo (que pode ser acondicionado de diversas maneiras) e o descarte ao ar livre (praças, ruas, parques, quintal, etc.). Para gatos (e alguns cães) - com relação aos dois primeiros destinos- há um intermediário, que seria a caixa de areia ou tapetes higiênicos dos mais diversos tipos, mas de forma geral os possíveis destinos são equivalentes para os dejetos de cães e gatos.

Conforme destacado na introdução, hoje no Brasil menos de 50% do esgoto gerado no país é tratado. Portanto a destinação desse resíduo nos vasos sanitários possui um grande potencial de dolo a saúde da população e dos corpos d'água do país. Isso a nível Brasil, dependendo de sua localização- caso esteja alocado em polos urbanos e em específicas regiões do país- existe a possibilidade de que esta não seja uma destinação que venha a causar um grande impacto ambiental e a saúde pública. (Tabela 1)

Além disso, segundo FIGUEIREDO (2013) o gasto d'água em uma residência pode ser representado em até 25% pelo vaso sanitário, dependendo dos tipos de vaso sanitário do domicílio.

O descarte ao ar livre, por outro lado, se trata de um problema complexo. Para gatos que ficam soltos, mesmo que fiquem na propriedade dos donos a coleta de seus dejetos é difícil pois são animais reservados e escolhem locais escondidos, e na hipótese de extrapolarem os limites patrimoniais, a coleta se torna ainda mais inviável. No caso dos cães, envolve uma questão de educação ambiental com relação aos tutores, se mostrando necessário motiva-los a tomar a ação responsável

de recolher os dejetos de seus pets e ainda fazer a destinação final da melhor maneira possível. [9]

No entanto, segundo BLUMSTEIN e SAYLAN (2007), ações motivadoras podem não ser tão efetivas, visto que campanhas para instaurar um comportamento pró-ambiental, em geral fracassam. E por isso a educação ambiental deve ter como objetivo explicitar as problemáticas comportamentais e as formas de corrigi-las.

Para Latif et. al. (2013), em conclusão a sua pesquisa, o comportamento ambiental é determinado pelos valores ambientais, que foram influenciados através da educação ambiental. O que demonstra que não é um processo simples, a incorporação dos hábitos e absorção de um valor por uma população propriamente educada.

Segundo levantamentos expostos por Ebinger (2019), frequentemente o caminho priorizado tem como ponto de partida a educação, que compele a formação de valores que, por sua vez, influenciam o comportamento dos indivíduos. Ainda em seu artigo sobre consciência ambiental, o autor verificou que dependendo de seus valores ambientais, quando informados sobre os impactos prejudiciais dos dejetos de cães, os tutores podem ter suas ações previstas para o descarte dos mesmos.

Conforme pesquisa realizada por Rubel et. al. (2019) em Buenos Aires, “65% dos entrevistados não relacionam a contaminação fecal a riscos para a saúde humana e a presença das fezes nesses locais estavam associadas apenas à sujeira (77%) e odor (30,8%), descartando o principal risco para a saúde.”

Abordada a problemática da educação ambiental e o árduo caminho a ser percorrido para a formação de valores ambientais, vamos aos efeitos deletérios das fezes de cães e gatos deixadas ao livre.

Um levantamento feito pelo Global Burden of Disease Study (GBD) em 2015 mostra que 28,3% das estimadas 500 mil mortes anuais no mundo de crianças com menos de 5 anos, estão relacionadas a

enteropatógenos que podem ser encontrados em fezes de animais, algumas das quais podem ser encontradas nas fezes de cães e gatos. [14] (Figura 3).

Em um estudo realizado na Holanda OVERGAAUW (2008) analisou a presença de parasitas zoonóticos nas fezes e pelos de cães e gatos e constatou que vários animais aparentemente saudáveis estavam infectados.

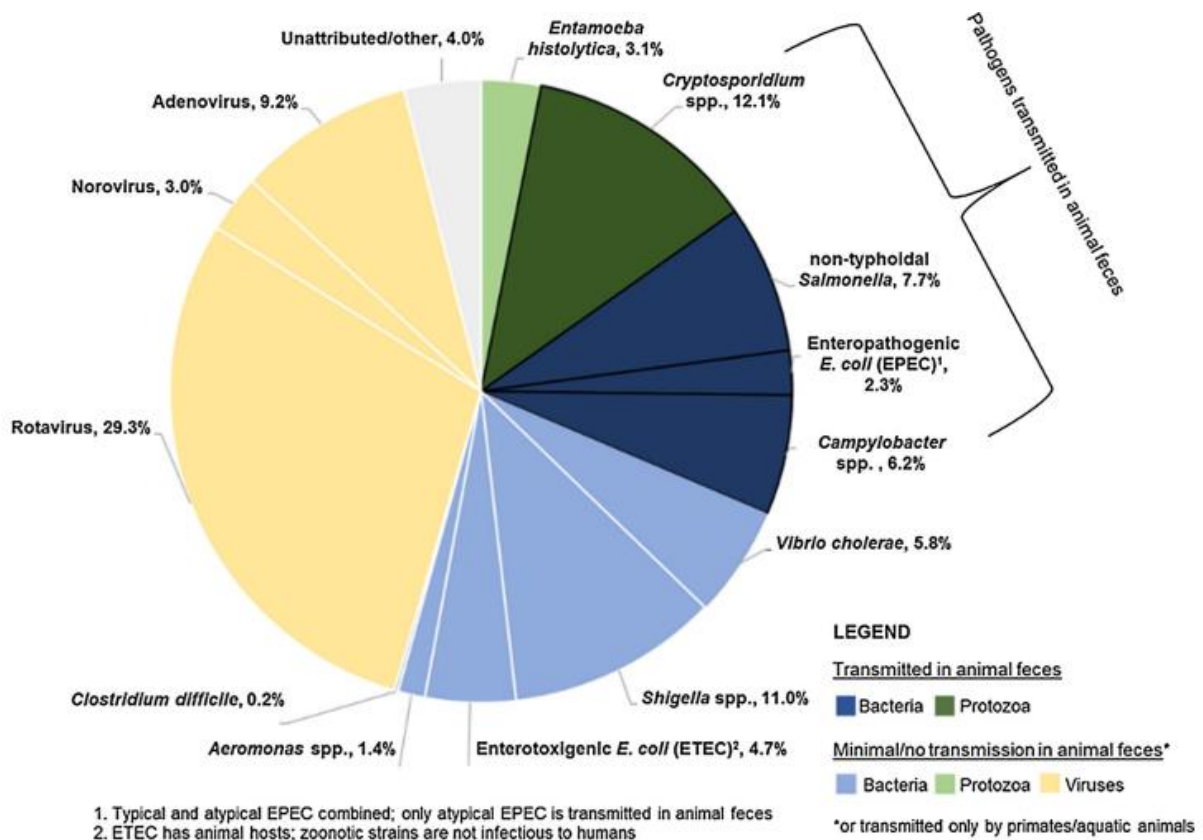


Figura 3 – Mortes por diarreia por frações atribuídas, crianças menores de 5 anos. Fonte: Global Burden Disease Study (2015).

Segundo CINQUEPALMI et al., 2013 a negligência dos tutores ao não retirar fezes de cães em locais públicos representa um potencial risco de higiene e saúde pública, visto que existe a possibilidade de que os dejetos apresentem uma série de microrganismos patogênicos aos humanos. Esses microrganismos podem ser bactérias resistentes, patógenos atuantes no trato intestinal que causam diarreia (Campylobacter, Salmonella, Yersinia e E. Coli) e parasitas, como a Larva Migrans Visceral (LMV) e a larva Migrans Cutânea (LMC). [17]

Temos como outros exemplos de parasitas que podem ser encontrados em fezes tanto de cães como de gatos, a *Giardia (G. Duodenalis)* que parasita o intestino de mamíferos. A *Toxocara canis* e *Toxocara cati* que são nematódeos que usam os pets como vetores e causam a toxocaríase em humanos (DELAHOY, 2018). Doença que apresenta uma seroprevalência alta em países emergentes, em muitos casos se apresenta assintomática, mas pode apresentar um leque de sintomas dependendo de onde o parasita se aloja. A mais comum é a larva migrans visceral, que pode resultar em inúmeros sintomas como febre, vômito, dores de cabeça, dor abdominal, fadiga e perda de peso. A larva migrans ocular é menos comum, mas pode resultar em uma deficiência visual. [18,19]

Por fim, o condicionamento dos dejetos dos pets como “lixo” pode seguir inúmeros caminhos no Brasil. O mais comum sendo o aterro sanitário, como mostra a Tabela 2 elaborada no panorama da ABRELPE, o que de certa forma atenuaria alguns efeitos deletérios desta destinação, porém a parcela de aterros controlados e de lixões do país ainda é muito grande representando 40,5% de toda a destinação de RSU em 2019. [4]

Tabela 2 – Disposição final de RSU nas regiões por tipo de destinação (T/ano).

Região	2010			2019		
	Aterro Sanitário	Aterro Controlado	Lixão	Aterro Sanitário	Aterro Controlado	Lixão
Norte	1.165.810	1.015.795	1.348.675	1.683.745	1.421.675	1.664.765
Nordeste	4.314.300	4.312.110	4.486.215	5.686.700	5.255.270	5.031.525
Centro-oeste	1.272.025	2.217.010	1.036.235	2.252.415	1.957.860	1.243.190
Sudeste	22.166.085	5.322.065	3.639.780	28.121.425	6.653.220	3.906.960
Sul	4.488.040	1.170.555	840.960	5.556.030	1.440.290	873.445
Brasil	33.406.260	14.037.535	11.351.865	43.300.315	16.727.950	12.720.250

Fonte: ABRELPE 2020.

Mesmo que fosse o caso de todo o acondicionamento de resíduos sólidos urbanos ocorrer da forma correta estipulada por lei (LEI Nº 12.305, DE 2 DE AGOSTO DE 2010.), em aterros sanitários, isso ainda não seria

uma boa solução devido a emissão de metano que a maioria dos aterros apresentam, e também pela contaminação do solo e de corpos d'água próximos pelo chorume liberado nesses locais. [20]

Segundo AMTSBERG et al. 1980, à nível digestivo, as propriedades dos dejetos sofrem influência do meio em que são formadas, em outras palavras, pela composição do alimento ingerido e o processo de digestão intestinal. Quando comparados a alimentos de categorias “econômicos” e “premium”, os alimentos com classificação “super premium” em geral possuem um coeficiente de digestibilidade maior, o que resulta em dejetos mais secos e com menor volume para animais que seguem essa dieta com alimentos mais digestíveis. Alimentos mal digeridos, por sua vez, promovem fezes com maior quantidade de nitrogênio e mais volumosas, apresentando um potencial ainda maior de contaminação para o solo e a água (DEGRÈ et al., 2001), caso não recebam uma destinação adequada.

Tipos de tratamento

Até então, as formas expostas de descarte dos dejetos pet não apresentam uma opção ambientalmente e sanitariamente aceitável a nível Brasil, podendo apresentar potenciais poluidores maiores dependendo dos hábitos dos animais tanto de higiene e saúde, quanto alimentares, como exposto acima. Porém existem tratamentos desse RSU que mitigam os problemas gerados, e inclusive valorizam o resíduo, oposto do que ocorre ao ser alocado a um aterro ou lixão.

Esses tratamentos são a digestão anaeróbia e a compostagem. A digestão anaeróbia é a decomposição de biomassa feita por microrganismos anaeróbicos, onde o produto principal é a formação de biogás, um gás combustível rico em metano (CH₄) que contém gás carbônico, água e traços de sulfeto de hidrogênio. A compostagem é definida como um processo aeróbico, no qual resíduos orgânicos heterogêneos são convertidos em um produto higiênico e estável contendo altos níveis de substâncias húmicas. [23] [24]

As alternativas de tratamento estão representadas no título deste artigo espanhol: “Gerenciamento compreensivo de fezes de cães: Compostagem versus digestão anaeróbica” (tradução literal), onde o grupo de autores discorre sobre os dois tipos de tratamento, e quais as misturas mais viáveis para ambas aplicações, fazendo um link à economia circular, que apresenta um cenário crescentemente favorável. [25]

Neste artigo foram analisadas diferentes formulações de composto contendo fezes de cães a serem digeridas de maneira anaeróbica. Os compostos escolhidos foram: Fezes de cães (DF), fração orgânica dos resíduos sólidos municipais (OMSW), e resíduos urbanos de poda (GW). Inicialmente foi feita a digestão anaeróbica dos compostos separadamente, e posteriormente com diferentes formulações que obtiveram resultados melhores em alguns casos, aumentando a capacidade de geração de gás de todos os compostos quando em sinergia e nas proporções corretas. [25]

Essa sinergia também foi analisada por OKOROIGWE 2010, que infere que as bactérias metanogênicas derivadas das fezes de cães podem aumentar o metabolismo de decomposição celular em matéria vegetal, e que a combinação dos microrganismos presentes em ambos - por exemplo os *Bacteroides sp.* – podem contribuir para um aumento na produção de biogás. [26]

Este autor realizou um outro estudo da digestão anaeróbia das fezes caninas isoladas, que apresentou dados interessantes sobre o processo com relação as temperaturas atingidas, flutuação do pH da solução, entre outros. Uma outra constatação importante demonstra a capacidade do processo em remover os patógenos ao fazer um levantamento das bactérias presentes no digestor anaeróbio durante 3 estágios do processo, como evidenciado na Tabela 3 abaixo: Uma durante o carregamento do aparelho, a segunda durante o período de emissão de metano, e a terceira quando a emissão do gás cessou. A presença de bactérias ao fim do processo demonstra que ele não é

totalmente eficiente na remoção de patógenos, tendo como provável causa a temperatura máxima atingida de 44°C. [26]

Tabela 3 - Organismos, espécies de micróbios e TVC Isolados durante vários estágios da digestão anaeróbia das fezes de cães.

Organisms	At charging of waste	At flammability	At the end of gas production
Bacteria type	<i>Butyrivibrio</i> sp., <i>Clostridium</i> sp., <i>Ruminococcus</i> sp., <i>Acetivibrio</i> sp., <i>Eubacterium-Cellulosolvens</i> .	<i>Clostridium</i> sp., <i>Ruminococcus</i> sp., <i>Acetivibrio</i> sp., <i>Eubacterium- cellulosolvens</i>	<i>Clostridium</i> sp.
TVC	8.2×10^{14}	7.6×10^{11}	4.2×10^8

Fonte: OKOROIGWE 2010

Confirmando as hipóteses dos autores mencionados acima, um estudo feito na Tailândia analisou a adição de fezes de cães a diferentes tipos de restos de repolho, e esterco bovino durante o processo de digestão anaeróbia em diferentes concentrações. Foi possível observar um aumento na produtividade de CH₄, quando adicionado na proporção de 20%: a maior proporção testada. [27]

Há também alguns exemplos de aplicações dessa tecnologia de digestão anaeróbia para dejetos de diversos tipos de animais, inclusive de cães e gatos que, apesar de não estarem descritos em artigos científicos, foram compilados em uma publicação por FERREIRA, 2016.

Alguns exemplos notáveis são o projeto desenvolvido por Gary Downie na Grã-Bretanha, chamado “Poopy Power”, que revende biodigestores com diversas capacidades para a produção de energia, desenvolvido para o aproveitamento dos dejetos de cães. É um projeto piloto em Massachussetts chamado de “Park Spark Project” que reúne as fezes dos cães e as transforma em energia por meio de um digestor anaeróbicos, com o propósito de iluminar o parque. [29][30]

Para os experimentos de compostagem MARTÍNEZ-SABATER 2019, teve a mesma abordagem de mistura dos resíduos mencionados

acima (DF, OMSW, GW) para a utilização em biodigestores, desta vez em diferentes tipos de recipientes adequando-se a escala do teste. [25]

Foram realizados experimentos em pequena escala, na mesma linha de raciocínio de misturar os compostos entre si e ver qual apresentava um potencial exotérmico maior (maior atividade biológica). Com base nos resultados dos experimentos em menor escala foram elaborados dois experimentos em larga escala, um utilizando uma composteira térmica (thermocomposter), e outro realizado em leiras- este com duas formulações distintas. Ambos necessitaram ser revolvidos de forma a homogeneizar a mistura e a umidade foi controlada de forma a permanecer entre 40-70%, em especial na fase bio-oxidativa quando a perda de água por evaporação é maior. Os resultados da compostagem foram todos satisfatórios como exposto na Tabela 4, o único fator que apresentou um valor muito alto foi o de condutividade elétrica (EC), o que indica uma salinidade elevada no composto obtido e sugere que seja feita uma diluição maior do mesmo no momento da aplicação. [25]

Tabela 4 – Características finais do composto obtido.

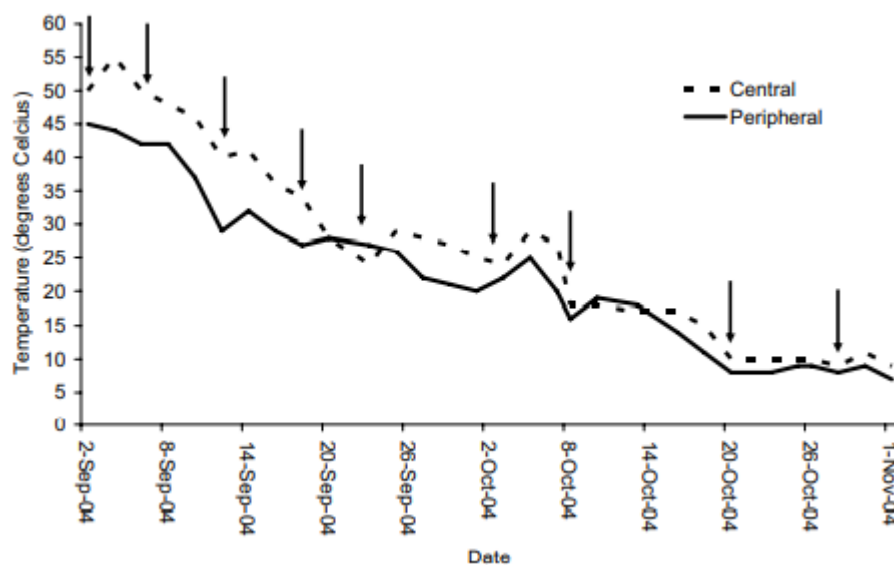
Parameters	Compost C2	Compost C3A	Compost C3B
pH	7.68 ± 0.10	7.73 ± 0.06	7.51 ± 0.06
EC (dS/m)	4.47 ± 0.04	6.00 ± 1.50	4.62 ± 0.10
OM (%)	51.5 ± 0.4	29.9 ± 1.7	30.6 ± 2.3
N _T (g/kg)	24.3 ± 0.7	16.5 ± 0.3	17.8 ± 0.2
P (g/kg)	3.81 ± 0.3	6.77 ± 0.1	5.05 ± 0.2
K (g/kg)	17.7 ± 0.1	9.15 ± 0.33	8.67 ± 0.39
TOC/N _T ratio	9.0 ± 0.9	13.6 ± 0.4	13.8 ± 0.3
% Humic acid-like C	2.96 ± 0.12	3.56 ± 0.21	3.85 ± 0.18
% Fulvic acid-like C	2.22 ± 0.01	2.62 ± 0.02	2.63 ± 0.05
CEC (meq/100 g OM)	95 ± 0.3	120 ± 1	129 ± 1
CEC/TOC (meq/g TOC)	2.5 ± 0.1	1.62 ± 0.1	1.59 ± 0.3
GI (%)	85.0 ± 2.1	38.6 ± 0.3	40.6 ± 1.1

Fonte: MARTÍNEZ-SABATER (2019)

Valores médios +- desvio padrão (n=3). EC: Condutividade Elétrica. OM: Matéria Orgânica; Nt: Nitrogênio Total; TOC: Carbono Orgânico Total; CEC: Capacidade de Troca Catiônica; GI: índice de Germinação.

Pilha C2: 64,9% DF +18,3% OMSW + 16,8% GW; Pilha C3A: 58,8% OMSW + 23,5% GW + 17,7% DF; Pilha C3B: 82,4% OMSW +17,6% DF.

Em Montreal, Québec, NEMIROFF 2007 conduziu um experimento de compostagem de dejetos de cães em um parque amplamente visitado pelos pets, que possuía um espaço cercado destinado aos animais e um comitê intitulado “dog run committee”. Nesse experimento, os tutores foram amplamente educados em uma campanha de educação executada pelo comitê, instruindo a coleta e disposição correta dos dejetos dos animais. Inicialmente, as fezes eram condicionadas em recipientes menores ao lado das composteiras designadas, e posteriormente pesadas pelos pesquisadores, misturadas com 10% de serragem de forma a obter uma relação C/N estimada de 22.3, e então destinadas a composteira onde ficariam definitivamente. Para dar início a compostagem e não deixar nada escorrer por baixo dos recipientes, foi colocado no fundo uma quantidade de solo e um pouco de restos de alimentos. Depois de cheias, as pilhas foram revolvidas esporadicamente (representadas pelas setas no gráfico) e a humidade foi controlada de forma a permanecer em um nível ótimo para os microrganismos. A temperatura também foi monitorada como exposto na Figura 4.



Fonte: NEMIROFF 2007

Figura 4 – Temperatura na parte central e periférica da composteira.

O experimento foi um sucesso, ainda que não foram atingidos os parâmetros mínimos de 5 dias com temperaturas acima de 55°C exigidos pela CCME (Canadian Environmental Quality Guidelines), o composto formado ainda pode ser usado em plantas ornamentais e no próprio parque como adubo. O estudo obteve ampla e entusiástica participação da sociedade civil que, apesar de receosa com um possível mal cheiro durante meses de calor ou após o degelo na primavera, se beneficiou extensivamente de um parque limpo e sem maus odores. Foi estimado que mais de 1 tonelada de fezes de cães, 136kg de serragem e aproximadamente 7 mil sacolas plásticas deixaram de ir ao aterro municipal de Montreal apenas no período, devido a iniciativa. [31]

O departamento de agricultura dos Estados Unidos (USDA) possui um manual de compostagem de dejetos caninos, pensado para criadores de grandes matilhas (pelo menos 10 cães, idealmente 20), de maneira a conseguir preencher um recipiente de 3 a 5 pés cúbicos. A receita descrita apresenta uma lista de matérias que podem ser adicionados como a entrada de carbono no sistema (resíduos de podas, jornal picado, etc.) mas recomenda a utilização de serragem. No caso de não haver tantos cães é sugerido complementar o mix com alguma outra fonte rica em nitrogênio, como resíduos de grama ou restos de vegetais.

Segundo o manual há basicamente 2 métodos: Coleta dos materiais separados – o que vai fazer com que a compostagem só comece quando os materiais forem misturados e umidificados. E a coleta dos materiais juntos, o que diminui consideravelmente o mau cheiro e a compostagem ocorre, porém de maneira mais lenta por não encontrar condições de umidade apropriadas. Em ambos os casos deve-se escolher um local de preferência exposto ao sol, e misturar bem os materiais na proporção de 2:1 de fezes para serragem, até encher o recipiente escolhido, umidificar sempre que preciso, e revolver a pilha quando a temperatura começar a diminuir, geralmente a cada 2 semanas. Quando a pilha não esquentar mais o composto deve ser curtido durante alguns meses até um ano, visando estabilizar o pH do mesmo. [33]

O manual traz ainda algumas recomendações de, por exemplo, não utilizar o composto para mudas jovens, visto que possui uma alta salinidade (EC). Não é recomendado deixar a composteira perto de onde os cães ficam, ou em um local onde o escoamento leva a água até eles. Há também algumas precauções indicadas para a saúde humana, como utilizar sempre luvas de borracha ao manusear o composto, não incluir dejetos de cães desconhecidos, não permitir que crianças brinquem próximo a área onde fica a composteira, não aplicar o composto em culturas destinadas a consumo humano, entre outros. [33]

Um estudo envolvendo compostagem de fezes de cães foi realizado no Brasil por FLORES (2015), no qual a autora fez uma comparação lado a lado de 3 misturas e analisou os resultados obtidos. A primeira mistura (1) apenas com resíduos de poda e resíduos de vegetais e frutas (8kg), a segunda (2) com 1kg de esterco de vaca e 7kg de resíduos de poda, vegetais e de frutas, e a terceira (3) com 1kg de dejetos de cães e 7kg de resíduos de poda, vegetais e de frutas. Observou-se que todas as misturas apresentaram uma relação C/N inicial muito alta, porém, passadas 14 semanas todas atingiram o estado de humificação. Quanto aos parâmetros microbiológicos, como explicitado na Tabela 5 abaixo, apenas o composto 1 atendeu aos requisitos da Instrução Normativa da Secretaria de Defesa Agropecuária nº 27 de 05/06/2006. Provavelmente por ser o único a não apresentar dejetos em sua composição, os demais portanto, não devem ser utilizados como fertilizante agrícola sem um tratamento térmico prévio ou sofrer caleação. [35]

Tabela 5 - Parâmetros microbiológicos avaliados nos compostos estudados ao final de 14 semanas de compostagem.

Composto	Coliformes Termotolerantes NMP ⁽¹⁾ /g de ST ⁽²⁾	<i>Salmonella</i> sp. Teste Presença/Ausência em 10 g de ST ⁽²⁾	Viabilidade de Ovos de Helmintos (<i>Ascaris</i>) Nº em 4g de ST ⁽²⁾
1	1.0 x 10 ³	Ausência	Ausência
2	3.0 x 10 ⁵	Ausência	Ausência
3	4.1 x 10 ⁵	Ausência	Ausência
Limite ⁽³⁾	1.0 x 10 ³	Ausência	1

Fonte: FLORES (2015)

(1)NMP: Número mais provável; (2)ST: Sólidos Totais; (3)Limite de acordo com a Instrução Normativa da Secretaria de Defesa Agropecuária nº 27 de 05/06/2006.

Um outro experimento de compostagem feito no Brasil, desta vez com dejetos de gatos também, utilizou estufas para garantir que as amostras atinjam temperaturas termofílicas. OLIVEIRA, et al. 2019 fez o experimento com 3 diferentes formulações: 1 “terra virgem”, 2 e 3 com 75% de terra virgem, 23% de esterco e 2% de pelos, no segundo foram adicionadas fezes de cães e no terceiro, de gatos. A compostagem ocorreu durante 60 dias, e o composto foi revirado a cada 15 dias, observou-se que nos dias mais quentes a temperatura de 55°C foi atingida. Foi feita uma análise química das amostras representada na Tabela 6 , e em seguida os compostos gerados foram utilizados como substrato para o cultivo de alface, o resultado do crescimento dos vegetais está descrito na Tabela 7. [36]

Tabela 6 – Análise química das amostras

Identificação	pH	MO	P	K ⁺	Ca ²⁺ +Mg ²⁺	Al ³⁺
	H ₂ O	g/kg	Mg/dm ³		Cmol _e /dm ₃	
Terra virgem	5,5	146,54	8	0,26	15,2	0,0
Interpretação de análise	Médio	Muito Baixo	Baixo	Bom	Muito Bom	Muito Baixo
Pelos+Estercos Cães	5,7	117,23	208	0,33	19,2	0,0
Interpretação de análise	Médio	Muito Bom	Muito Bom	Muito Bom	Muito Bom	Muito Baixo
Pelos+Estercos Gatos	5,8	125,85	227	0,42	19,7	0,0
Interpretação de análise	Médio	Muito Bom	Muito bom	Muito Bom	Muito Bom	Muito Baixo

Fonte: OLIVEIRA (2019)

Analisando as Tabelas 6 e 7 é evidente a melhora da qualidade do solo após a compostagem dos dejetos de cães e gatos. Com os elementos analisados foi possível observar uma fertilidade consideravelmente maior no composto que continha fezes de gatos, mostrando um grande potencial para sua aplicação. Os resultados obtidos corroboram com as intenções dos autores de proporcionar aos pequenos

agricultores uma melhor produtividade utilizando recursos locais que seriam descartados.[36]

Tabela 7 – Peso dos pés de alface e valores de biomassa obtidos

ITEM	CRITÉRIO	GRUPO BRANCO Terra virgem	GRUPO CONTROLE I Terra Virgem + Pelos + estercos de cães	GRUPO CONTROLE II Terra Virgem + Pelos + estercos de gato
01	Total	8	8	8
02	Morreram	-	-	-
03	Descartados	-	-	-
04	Peso Folha	41g	478g	507g
05	Peso do Caule	6g	116g	136g
06	Peso da raiz	9g	25g	26g
07	Maior Folha	11cm	16,5cm	18cm
08	Menor Folha	2,5cm	3cm	3,5cm

Fonte: OLIVEIRA (2019)

Por fim, um estudo realizado na Malásia verifica a possibilidade de compostar pó de café gasto (SGC) e dejetos de gatos (CM). Segundo JIANG et al, 2011 CM pode estar contaminado com metais pesados caso o animal tenha ingerido alimentos contaminados. Entende-se que essa pode ser uma realidade no país, portanto essa foi uma preocupação do autor ao escolher SGC como fonte carbono para a compostagem de CM, por apresentarem polifenóis em sua composição, que podem atuar como agente quelante e imobilizar metais pesados. CM e SCG foram misturados na proporção em peso de 1: 3. [37]

Para fins de comparação, foi realizada também a compostagem de dejetos de galinha (CMC), que são amplamente utilizados como fertilizante na agricultura. As técnicas de compostagem aplicadas neste estudo não diferem muito das apresentadas anteriormente, foi utilizado um balde plástico com furos, o composto foi umedecido e revirado conforme necessidade, com exceção de um pré-aquecimento do CM a 80°C de forma a eliminar patógenos. Terminados os processos de compostagem que duraram pouco mais de 30 dias, foi realizado um experimento utilizando os compostos obtidos e uma amostra controle de

solo para a cultura de espinafre e observar as características obtidas com os diferentes tipos de fertilizante como pode ser observado na Tabela 8. Com relação ao espinafre, podem ser observadas suas diferentes características em cada substrato na Tabela 9 e na Figura 5 abaixo. [37]



(i)

(ii)

(iii)

Fonte: KEEFLEE (2020).

Figura 5 – Espinafre cultivado em (i) solo, (ii) CMC, e (iii) SCG-CM na quarta semana de vida.

Tabela 8 – Nutrientes presentes (mg/kg seco) em CGC-CM CMC e solo.

Element	Total elemental content (dry weight basis)			EU Standard (2002)	Compost Quality Standard and Guidelines (2000)
	SGC-CM	CMC	Soil		
Zn (mg/kg)	1261.8 ± 0.19*	2.266 ± 1.23	11.42 ± 2.35	210	210
Cu (mg/kg)	4.66 ± 0.0001	4.44 ± 0.001	5.34 ± 0.001	2.1	5.5
Cd (mg/kg)	50.62 ± 0.0190	339.6 ± 0.07*	3.44 ± 0.06	98	70
Pb (mg/kg)	3.56 ± 0.0015	13.42 ± 0.01	11.98 ± 0.004	210	70
N (%)	7.0	4.2	1.02		
P (mg/kg)	1209 ± 0.32	1894 ± 0.42	216 ± 0.04		
K (mg/kg)	5438 ± 1.27	2450 ± 0.14	5048 ± 1.05		
TOC (%)	47.23 ± 0.45	42.27 ± 0.61	8.34 ± 0.43		

* Exceeds the maximum permissible limit suggested by European Union Standard (2002) and Compost Quality Standard and Guidelines (2000).

Fonte: KEEFLEE (2020).

Tabela 9 – Teor de Zn, Cd, Pb, e Cu na folhagem e nas raízes do espinafre (mg/Kg) cultivados em SGC-CM, CMC, e solo.

Element	Total content (mg/kg, dry weight basis)						Malaysian Food Act 1983 (The Attorney Generals's Chamber of Malaysia, 2006)	FAO/WHO (FAO/WHO, 2011)
	SGC-CM		CMC		Soil			
	Shoot	Root	Shoot	Root	Shoot	Root		
Zn	0.83 ± 0.05	1.39 ± 1.04	22.53 ± 2.57	23.53 ± 2.50	2.30 ± 0.14	2.00 ± 0.32	40	20
Cu	1.11 ± 0.24	0.90 ± 0.12	9.60 ± 1.06	8.73 ± 0.23	0.87 ± 0.04	0.85 ± 0.02	30	30
Cd	0.25 ± 0.06	0.20 ± 0.01	2.80 ± 0.87*	2.20 ± 0.00	0.23 ± 0.02	0.23 ± 0.01	2	0.2
Pb	0.67 ± 0.10	0.55 ± 0.01	6.40 ± 1.25	5.60 ± 0.20	0.63 ± 0.09	0.54 ± 0.00	2	0.3

* Exceeded permissible limit by Malaysian Food Act (1983) and Food Regulations 1985 (2006).

Fonte: KEEFLEE (2020).

Analisando a Figura 5 podemos observar que o crescimento das plantas cultivadas com SGC-CM superou claramente os outros compostos. A partir da tabela 8 verificamos uma presença muito elevada de Zn, o que confirma os estudos de JIANG (2011) revelando que há uma acumulação de metais pesados nessa amostra de dejetos de gatos. Porém ao analisar a composição do espinafre na Tabela 9, pode-se perceber que a concentração de zinco para o composto SGC-CM é a menor entre as 3 amostras, o que sugere que sua avaliação foi correta ao afirmar que polifenóis na composição do pó de café gasto, podem atuar como agente quelante e imobilizar metais pesados.

Discussão e Conclusão

Seja o destino escolhido a compostagem ou a decomposição anaeróbia, há um consenso entre os pesquisadores de que a relação C/N deve ser respeitada e utilizada como base para obter um aumento de produtividade, essa relação diz respeito às necessidades metabólicas dos microrganismos envolvidos no processo de decomposição.

Segundo Wang et al. (2012), a relação C/N é um importante indicador para controlar sistemas de tratamento biológico, isso por que uma relação carbono nitrogênio elevada leva a um rápido consumo de nitrogênio pelos metanógenos o que diminui a velocidade de produção de gás metano. O contrário, uma relação C/N muito baixa, resulta em acumulação de amônia e aumenta o pH da mistura, o que é tóxico para essas bactérias. [A2]

Para ambos os processos, o controle do ambiente é essencial para que os processos biológicos ocorram da melhor maneira e para que os microrganismos possam prosperar. Assegurar que o pH, a temperatura, as proporções dos nutrientes estejam nos parâmetros ótimos proporcionam um processo mais eficiente. No caso da compostagem a umidade correta e a presença de oxigênio são fatores indispensáveis, no caso da digestão anaeróbia, como o próprio nome sugere, é importante que não haja a presença de oxigênio.

Foi constatado que os dejetos de cães e gatos apresentam ótimas composições nutricionais, porém é de extrema importância que esses compostos recebam um tratamento adequado de forma a eliminar todos os patógenos caso sejam utilizados para a produção de alimentos sendo, portanto, mais indicada a sua utilização em plantas ornamentais.

Para os casos onde é feita a compostagem, um ponto de atenção se relaciona a maturidade dos compostos. Quando ocorre a aplicação de compostos que não foram totalmente humificados, isso pode resultar na inibição do crescimento de espécies vegetais e contribuir para o mal

nutrição das plantas, deixando-as mais vulneráveis a ataques de predadores e a doenças [41]

O Nitrogênio inorgânico fica em um estado imóvel quando está alocado dentro das células dos organismos decompositores, o que o torna indisponível para as plantas até que o processo de compostagem chegue ao fim, além do fato de que alguns produtos intermediários desse processo são tóxicos as plantas e criar uma atmosfera redutora que podem ocasionar a solubilização de metais pesados no solo. [41] [42] [43]

Logo, é de suma importância que o composto esteja maduro o suficiente para sua aplicação, configurando-se essa como uma das características mais importantes para assegurar sua qualidade, substancialmente quando aplicado na horticultura. [39]

Em contrapartida, se o composto humificado (quando já estiver estabilizado) for utilizado, há inúmeras vantagens ao solo com sua aplicação e por conseguinte, as plantas. Por exemplo, há uma nova entrada de matéria orgânica, rica em macro e micro nutrientes, que aumenta a capacidade de retenção de água no solo e a sua CTC (capacidade de troca catiônica), além de aumentar a biodiversidade microbiológica do solo, tornando-o mais fértil, entre outros pontos positivos. [45]

A compostagem é provavelmente uma técnica eficiente na redução de patógenos, desde que temperaturas acima de 55°C sejam atingidas, o que se mostrou mais factível para este método quando comparado com a digestão anaeróbia. Aliado a facilidade dos métodos apresentados, obtendo bons resultados mesmo sem a utilização de uma metodologia de compostagem sofisticada, como uma simples mistura com solo, por exemplo. E somada aos resultados obtidos nas pesquisas citadas na Revisão Bibliográfica, levam a mesma conclusão dos autores do estudo “Gerenciamento compreensivo de fezes de cães: Compostagem versus digestão anaeróbica” onde afirmam que o perfil térmico, a falta de toxicidade e a qualidade do fertilizante obtido pela otimização da

compostagem indicam que está é a melhor forma de aproveitamento do resíduo.

Isso, porém, depende do ponto de vista, dos recursos disponíveis e das necessidades inerentes de cada região. Se uma região apresenta uma extrema escassez de fontes energéticas, a produção de biogás a partir da digestão anaeróbia provavelmente seria a melhor opção nesse caso.

De qualquer forma, ambos os tratamentos são uma boa opção de destinação final, e apresentam um grande campo de atuação para serem implementados, visto que o crescimento na população de pets é uma tendência em todos os países nos quais os estudos foram realizados. Um ponto de atenção diz respeito ao recipiente de coleta dos dejetos até o seu destino final, seja a sacolinha levada com os tutores dos cães aos parques, ou um recipiente intermediário entre o local de coleta e destinação final. É importante que seja feito de um material biodegradável, como um plástico biodegradável ou mesmo uma sacola de papel mais grossa.

Como consideração final, vale ressaltar que há uma grande escassez de artigos que abordam essa problemática levantada dos dejetos pet, principalmente com relação aos gatos, que por sua vez apresentam as fezes mais nutritivas, demonstrando um ótimo potencial para fabricação de fertilizantes, desde que receba os tratamentos adequados.

Referências Bibliográficas

- 1 - HISTÓRICO da pandemia de COVID-19, OPAS, 2020. Disponível em: <<https://www.paho.org/pt/covid19/historico-da-pandemia-covid-19>>. Acesso em: 05 de outubro de 2020.
- 2 – PROCURA por adoção de cães e gatos cresce na pandemia; cuidadores fazem alerta. G1, 2020. Disponível em: <<https://g1.globo.com/fique-em-casa/noticia/2020/04/03/procura-por-adoacao-de-caes-e-gatos-cresce-na-pandemia-cuidadores-fazem-alerta.ghtml>>. Acesso em: 05 de outubro de 2020.
- 3 – ABINPET, Mercado Pet Brasil 2021. São Paulo, 2021. 5 p.
- 4 – ABRELPE, Panorama Dos Resíduos Sólidos No Brasil 2020. São Paulo, 2020.
- 5 – MINISTERIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL: Secretaria Nacional do Saneamento (SNS). Diagnostico dos Serviços de Água e Esgoto (SINIS). Brasília, 2019.
- 6 – SHIGAKI, Francirose; SHARPLEY, Andrew; PROCHNOW, Luís I. Produção Animal, Manejo de fósforo e qualidade da água no Brasil: Opções para o futuro. Scientia Agrícola, Piracicaba, Brasil, v.63, n.2, p.194-209, mar./abr. 2006.
- 7 – COSTA, F. M. Estudo do destino e impacto ambiental das fezes de cães doméstico na grande Florianópolis-SC. Centro de ciências agrarias- Universidade Federal de Santa Catarina, 2019.
- 8 - FIGUEIREDO, Chenia Rocha. Equipamentos hidráulicos e sanitários. 4.ed. atualiza da e revisada – Cuiabá: Universidade Federal de Mato Grosso / Rede e-Tec Brasil, 2013. ISBN: 978-85-86290-91-6.
- 9 - FRANÇA, J; ROSA, M. B. S. Dejeito de cães: de melhor amigo a problema ambiental. Apresentado em V SICA: Simpósio de sustentabilidade e ciência animal, 2020, Minas Gerais.

10 - BLUMSTEIN, D. T.; SAYLAN, C. (2007). The failure of environmental education (and how we can fix it). *PLoS Biol.* 2007 May; 5(5): e120.

11 - LATIF, S. A. et. al. (2013). Role of environmental knowledge in creating pro-environmental residents. *Social and Behavioral Sciences* 105: 866—874.

12 - EBINGER, K. (2019). Upholding Civic Doody: Environmental Awareness Explains Pro Environmental Behavior in the Context of Dog Waste Disposal. University of Colorado, Thesis. p.29 Disponível em: <<https://scholar.colorado.edu/downloads/x920fx41t>>. Acesso em: 10/10/2021.

13 - RUBEL, D. et. al. Factors affecting canine fecal and parasitic contamination of public green spaces of Buenos Aires city, Argentina, and visitors' perception of such contamination. *Journal of Urban Ecology*, 2019, Vol. 5, n. 1

14 – DELAHOY, M. J; WODNIK, B; MCALILEY, L; PENAKALAPATI, G; SWARTHOUT, J; FREEMAN, M. C; LEVY, KAREN. Pathogens transmitted in animal feces in low- and middle-income countries. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*. Atlanta, 15 Dec. 2017. Volume 221, Issue 4, Pages 661-676.

15 – OVERGAAUW, P. A M; ZUTPHEN, L. V; HOEK, D; YAYA, F. O; ROELFSEMA, J; PINELLI, E/ KNAPEN, F. V; KORTBEEK, L, M. Zoonotic parasites in fecal samples and fur from dogs and cats in The Netherlands. *Veterinary Parasitology*. Utrecht. July 2009, Volume 163, Issues 1–2, 7 Pages 115-122.

16 - CINQUEPALMI, V. et. al. Environmental Contamination by Dog's Faeces: A Public Health Problem? *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2013, 10

17 - SOUSA, Valéria Régia Franco et al. Contaminação por fezes caninas das praças públicas de Cuiabá, Mato Grosso. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, v. 44, n. 2, p. 132-136, 2007.

18 - Fan, C.-K., Liao, C.-W., Cheng, Y.-C., 2013. Factors affecting disease manifestation of toxocarosis in humans: genetics and environment. *Vet. Parasitol.* 193, 342–352. <http://dx.doi.org/10.1016/j.vetpar.2012.12.030>.

19 - Macpherson, C.N.L., 2013. The epidemiology and public health importance of toxocariasis: a zoonosis of global importance. *Int. J. Parasitol.* 43, 999–1008. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpara.2013.07.004>.

20 - LEI Nº 12.305, DE 2 DE AGOSTO DE 2010. Disponível em < [L12305 \(planalto.gov.br\)](http://planalto.gov.br)> Acesso em: 01 de novembro de 2021.

21 - AMTSBERG, G.; DROCHNER, W.; MEYER, H. Influence of food composition on the intestinal flora of the dog. In: *Nutrition of the dog and cat: proceedings of the International Symposium on the Nutrition of the Dog and Cat*, arranged by the Institute of Animal Nutrition in conjunction with the 200-year anniversary of the Veterinary School, Hannover, 26 June 1978/editor, RS Anderson.--. Oxford; New York: Pergamon Press, 1980., 1978.

22 - DEGRÉ, Aurore; VERHÈVE, Didier; DEBOUCHE, Charles. Emissions gazeuses en élevage porcin et modes de réduction: revue bibliographique. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, v. 5, n. 3, p. 135-143, 2001.

23 CHEN, Y., Chefetz, B., Hadar, Y., (1996). Formation and properties of humic substance originating from composts. In: *The Science of Composting*, edited by de Bertoldi, M.D., Sequi, P., Lemmes, B., Papi, T. Glasgow, United-Kingdom: Blackie Academic and Professional, pgs 382-393.

24 - OKOROIGWE, E.C., Ibetto, C.N., Ezema, C.G., 2014. Experimental study of anaerobic digestion of dog waste. *Sci. Res. Essays* 9 (6), 121-127

25 - MARTÍNEZ-SABATER, E; GARCÍA-MUÑOZ, M; BONETE, P; RODRIGUEZ, M; SÁNCHEZ-GARCÍA, F. B; PÉREZ-MURCIA, M. D; BUSTAMANTE, M. A; LÓPEZ-LLUCH, D. B; MORAL, R. Comprehensive management of dog faeces: Composting versus anaerobic digestion. *Journal of Environmental Management*. Alicante, 15 November 2019. Volume 250.

26 - OKOROIGWE, E.C., Ibetto, C.N., Okpara, C.G., 2010. Comparative study of the potential of dog waste for biogas production. *Trends Appl. Sci. Res.* 5 (1), 71–77.

27 – PHETYIM, N; WANTHONG, T; KANNIKA, P; SUPNGAM, A. Biogas Production from Vegetable Waste by using Dog and Cattle Manure. *Energy Procedia*. Thanyaburi, v. 79, p. 436 – 441, nov. 2015.

28 – FERREIRA, V. A; TAMBOUGUI, E. B. Fontes de energia renováveis geradas por meio dos dejetos de animais domésticos. *Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade*. Curitiba, v. 10, n. 5. jan/maio. 2016.

29 - MAILONLINE. Poopy power: Britain's first commercial venture to convert dog mess into free heat and renewable electricity is to be unveiled in July. Disponível em: <<http://www.dailymail.co.uk/news/article-2316475/Poopy-power-Britains-commercial-venture-convert-dog-mess-free-heat-renewable-electricity-unveiled-July.html#ixzz3rUYXCh1E>>. Acesso em 10/11/21.

30 - ESTADÃO, Online. Fezes de cães são usadas para iluminar parques nos Estados Unidos. Disponível em: <<http://sustentabilidade.estadao.com.br/noticias/geral,fezes-de-caes-sao-usadas-para-iluminar-parque-nos-estados-unidos,613699>>. Acesso em: 10/11/21.

31 – NEMIROFF, L; PATTERSON, J. (2007) Design, Testing and Implementation of a Large-Scale Urban Dog Waste Composting Program, *Compost Science & Utilization*, 15:4, 237-242.

32 - CCME (2006). Canadian Environmental Quality Guidelines,

Canadian Council of Ministers of the Environment report, 1300pgs.

33 – USDA (2005). United States Department of Agriculture. National Resources Conservation Service. Fairbanks Soil and water conservtion District. Composting dog waste.

34- FLORES, J. P; FELISTRECKER, M; CHARVET, P. Avaliação da maturação e contaminação de compostos obtidos pela compostagem de resíduos domiciliares com aplicação de fezes caninas. Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales: Investigación, desarrollo y práctica. Curitiba, Vol. 8, No. 3, 385 – 396. dez. 2015.

35 - Brasil, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2007) Instrução Normativa SDA Nº 28, 12 de junho de 2007. Manual de Métodos Analíticos Oficiais para Fertilizantes Minerais, Orgânicos, Organominerais e Corretivos.

36 – OLIVEIRA, A. M; FERREIRA, G. T; STROHSCHOEN, A. A. G. Estufa com aquecimento suplementar: um estudo avaliativo para agricultura familiar a partir da compostagem sustentável de pelos e estercos. Revista Insignare Scientia Lajeado, vol. 3, n. 4, 2020.

37 – KEEFLEE, S. N. K. M. N; ZAIN, W. N. A. W; NOR, M. N. M; JAMION, N. A; YONG, S. K. Growth and metal uptake of spinach with application of co-compost of cat manure and spent coffee ground. Heliyon, Malaysia,13 April 2020, v.6.

38 - JIANG, X., Dong, R., Zhao, R., 2011. Meat products and soil pollution caused by livestock and poultry feed additive in Liaoning, China. J. Environ. Sci. 23, S135–S137.

39 – WANG, X; YANG, G; FENG, Y; REN, G; HAN, X (2012). Optimizing feeding composition and carbon-nitrogen ratios for improved methane yield during anaerobic co-digestion of dairy, chicken manure and wheat straw. Bioresour. Technol. 120: 78-83.

40 – ZHANG T1; LIU, L; SONG, Z; REN; G; FENG, Y; HAN, X; YANG, G (2013). Biogas production by co-digestion of goat manure with three crop residues. PLOSONE.

41 - WANG, P.; CHANGA, C. M.; WATSON, M. E.; DICK, W. A.; CHEN, Y.; HOITINIK, H. A. J. Maturitu índices for composed dairy and pig manures. **Soil Biology & Biochemistry**, v. 25, p. 767-776, 2004.

42 - BERNAL, M. P.; PAREDES, C. SÁNCHEZ-MONEDERO; CEGARRA, J. Maturity and stability parameters of composts prepared with a wide range of organic wastes. **Bioresource Technology**, v 63, p. 91-99, 1998c

43 - PROVENZANO, M. R.; OLIVEIRA, S. C.; SILVA, M. R. S.; SENESI, N. Assesment of maturity degree of composts from domestic solid wastes by flourescence and fourier transform infrared spectroscopies. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 49, p. 5874-5874, 2001.

44 - RIVERO, C.; CHIRENJE, T.; MA, L. Q.; MARTINEZ, G. Influence of composto on soil organic matter quality under tropical conditions. **Geoderma**, v. 123, p. 355-361, 2004.

45 - SÁNCHEZ-MONEDERO, M.A; CEGARRA, J.; GARCÍA, D.; ROIG, A. Chemical and structural Evolution of huimc acids during organic waste composting. **Biodegradation**, v. 13, p. 361-371, 2002