



PESQUISA PARASITOLÓGICA EM LAGOA DE BIOFERTILIZANTE ORIUNDO DA BIODIGESTÃO ANAERÓBIA DE DEJETOS BOVINOS

CAMARGO, Amanda Rodrigues¹; SIQUEIRA, Kélida Rayane Leal²; SANTOS, Angélica Márcia³; OLIVEIRA, Heliana Batista⁴

RESUMO

O Brasil detém o maior rebanho comercial de bovinos do mundo, dentre os quais o sistema de criação de gado leiteiro em confinamento, onde há maior concentração de animais e, conseqüentemente, alta produção de dejetos gerados pela produção. Esses dejetos quando manejados incorretamente podem causar problemas ambientais possibilitando a disseminação de doenças parasitárias. A biodigestão anaeróbica em biodigestores surge como uma alternativa sustentável para o tratamento dos resíduos bovinos, possibilitando a geração de subprodutos de alto valor energético (biogás) e nutritivo (biofertilizante). O presente trabalho objetivou realizar pesquisas parasitológicas em biofertilizante oriundo da biodigestão anaeróbica de dejetos bovinos, utilizando microscopia direta e método modificado de Bailenger. As análises das amostras de biofertilizante revelaram a presença de ovos de *Toxocara vitulorum* e *Oesophagostomum radiatum*. A padronização no laboratório da metodologia modificada de Bailenger teve boa sensibilidade, custo reduzido e fácil execução.

Palavras-chave: Biodigestor; Energia Renovável; Controle Parasitológico; Helmintos Bovinos.

PARASITOLOGICAL RESEARCH IN A BIOFERTILIZER LAGOON FROM THE ANAEROBIC BIODIGESTION OF BOVINE FAECES

ABSTRACT

Brazil has the largest commercial herd of cattle in the world, including dairy cattle raised in confinement, where there is a higher concentration of animals and, consequently, a high production of waste. When managed incorrectly, this waste can cause environmental problems and spread parasitic diseases. Anaerobic biodigestion in biodigesters has emerged as a sustainable alternative for treating cattle waste, enabling the generation of by-products with high energy (biogas) and nutritional (biofertilizer) value. The aim of this study was to carry out parasitological research on biofertilizer from the anaerobic biodigestion of cattle waste, using direct microscopy and the modified Bailenger method. Analysis of the biofertilizer samples revealed the presence of *Toxocara vitulorum* and *Oesophagostomum radiatum* eggs. The modified Bailenger method was standardized in the laboratory with good sensitivity, low cost and easy to perform.

Keywords: Biodigester; Renewable Energy; Parasitological Control; Bovine Helminths.

¹ Graduação em Ciências Biológicas, Universidade Federal de Catalão. E-mail: amandacamargo@discente.ufcat.edu.br. Registro ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-7620-6848>.

² Graduação em Ciências Biológicas, Universidade Federal de Catalão. E-mail: kelidarayane@discente.ufcat.edu.br. Registro ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-5511-9301>.

³ Doutorado em Ciências e Tecnologia, Universidade Federal de Catalão. E-mail: angel.marcia.santos@gmail.com. Registro ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5367-3856>.

⁴ Doutorado em Imunologia e Parasitologia Aplicadas, Universidade Federal de Catalão, Professora Titular. E-mail: heliana@ufcat.edu.br. Registro ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1099-1963>.

1. INTRODUÇÃO

A pecuária bovina é um setor primário tradicional de importância mundial na produção de alimentos e matéria-prima. Representa papel fundamental na economia de muitos países e na demanda do consumo humano. Entretanto, é uma das atividades que impacta significativamente o meio ambiente devido as exigências de sua prática convencional extensiva em pastagens e aos resíduos gerados na modalidade intensiva em confinamento, o que contribui com as emissões de gases do efeito estufa e favorece o aquecimento global (Medeiros et al., 2020; Oliveira; Montebello, 2014).

No Brasil, a bovinocultura está entre os setores pecuaristas mais relevantes que tem contribuído grandemente para o crescimento econômico nacional (Grisi et al., 2014). O país possui o maior rebanho comercial do mundo com mais de 214 milhões de bovinos (IBGE, 2019), dispersos e soltos em sua maioria em pastagens naturais de grandes propriedades rurais em sistema extensivo, cuja produção é destinada ao corte. Por outro lado, a criação de rebanho leiteiro se concentra em pequenas e médias áreas em sistemas de confinamento principalmente em modelo intensivo (Teixeira; Hespanhol, 2014). Ambos os sistemas de produção geram impactos ambientais diretos e indiretos nos ecossistemas naturais em que estão inseridos, além dos problemas econômicos e sociais em decorrência das práticas pecuárias insustentáveis (Oliveira; Montebello, 2014). O desenvolvimento não sustentável da atividade pecuária bovina pode oferecer riscos aos recursos naturais, a saúde humana e ao sistema ecológico como um todo podendo colaborar, de certa forma, com a mudança global do clima (Xavier; Caldeira-Pires, 2004). Desse modo, é imprescindível buscar boas práticas de criação e adotar medidas para redução dos impactos da produção da bovinocultura voltadas para a mitigação de seus efeitos negativos diante do cenário atual de crise mundial.

Uma estratégia sustentável que tem sido empregada em propriedades rurais brasileiras com sistemas intensivos de criação de gado bovino em confinamento como forma de diminuir riscos sanitários e de contaminação ambiental é a utilização de biodigestores para produção de biogás e biofertilizante a partir de dejetos animais. O descarte dos dejetos da bovinocultura em confinamento representa um grande problema da produção, pois o agrupamento de animais confinados em estruturas reduzidas promove o acúmulo diário de grande quantidade de resíduos, o que exige manejo adequado antes de sua disposição final no meio ambiente elevando ainda mais os custos da produção para os criadores (Dotto; Wolff, 2012). Além disso, o manejo inadequado dos dejetos pode favorecer a disseminação de doenças parasitárias no rebanho, uma vez que os animais ficam constantemente em contato com seus excrementos depositados sobre a cama, local passível de abrigar alguns agentes etiológicos como protozoários e

helmintos, que são eliminados nas fezes de animais infectados. Desta forma, se faz necessário o manejo correto da cama dos bovinos em confinamento, adoção de estratégias de profilaxia, tratamento como vacinação, vermifugação e outras medidas higiênicas para manter a sanidade animal e não prejudicar a produtividade da bovinocultura (Pegoraro, 2018). Contudo, os impasses da gestão de dejetos da pecuária bovina em sistema de confinamento podem se transformar em oportunidade, pois esses resíduos de baixo valor comercial e alto teor energético, têm potencial para servir de substrato para biodigestores anaeróbios tornando-se fontes de energia renovável e nutrientes (Santos et al., 2019; Vieira; Polli, 2020).

Biodigestores anaeróbios se caracterizam como uma tecnologia de biosistemas alternativa para o manejo de dejetos animais com função de reciclar a matéria orgânica na ausência de oxigênio, promovendo a geração de subprodutos capazes de atender as próprias demandas energética e fertilizante das propriedades rurais, bem como garantir a responsabilidade socioambiental dos produtores (Praciano et al., 2020). O biogás liberado no processo de biodigestão anaeróbia dos dejetos bovinos em biodigestores pode ser usado como fonte de energia limpa (elétrica ou térmica) após sua combustão em motogeradores e quando purificado tem potencial para ser explorado como gás natural (Vieira; Polli, 2020). Os biofertilizantes, por sua vez, são efluentes liberados dos biodigestores que atuam na nutrição vegetal quando aplicados sobre a plantação após processo de estabilização (Matos et al., 2017; Silva et al., 2012), promovendo aumento na produtividade das plantas a partir da disponibilidade de macronutrientes, micronutrientes e microrganismos presentes em sua composição (Amaral et al., 2004). Porém, deve-se atentar para a qualidade biológica dos biofertilizantes, pois a biodigestão anaeróbia de dejetos bovinos em biodigestores pode até reduzir alguns agentes patogênicos que por ventura estejam presentes nestes resíduos, mas não garante sua eliminação, mesmo porque alguns parasitas possuem elementos estruturais que podem resistir ao processo de degradação da matéria orgânica (Betancur et al., 2017).

As infecções parasitárias em bovinos representam um dos problemas sanitários mais importantes na bovinocultura, devido aos impactos na produtividade que os parasitas causam no rebanho em decorrência da desnutrição, perda de peso, retardo no desenvolvimento, baixa produção de leite, queda na alimentação, diminuição da fertilidade, danos no material genético além de altas taxas de morbidade e mortalidade nos quadros de infecções maciças (Silva, 2018; Vidotto, 2002). Os agentes etiológicos envolvidos nas parasitoses de bovinos ocorrem muitas das vezes concomitantemente em um único hospedeiro o que dificulta o controle e diagnóstico das infecções (Silva, 2018). As parasitoses ocorrem frequentemente por helmintos e protozoários, agentes que oferecem maior risco ao hospedeiro devido a um conjunto de fatores intrínsecos e extrínsecos como persistência no ambiente externo, vasta distribuição geográfica, baixa dose infectante, entre outros (Thomaz-Soccol, 1999 *apud* Godinho, 2003).

Deste modo, verificar a presença de formas evolutivas parasitárias em biofertilizante oriundo da biodigestão anaeróbia de dejetos bovinos é indispensável para o controle da qualidade parasitológica dos efluentes gerados, uma vez que os estágios evolutivos de muitas espécies parasitárias resistem aos tratamentos convencionais de resíduos orgânicos podendo permanecer viáveis no ambiente por longos períodos (Godinho, 2003).

O presente trabalho objetivou a pesquisa parasitológica em biofertilizante oriundo do processo de biodigestão anaeróbia de dejetos bovinos em biodigestores do sistema de tratamento de um projeto de biogás implantado em uma fazenda de zona rural situada na cidade de Catalão - Goiás.

2. METODOLOGIA

2.1. PROCEDÊNCIA DAS AMOSTRAS

Amostras de biofertilizante bovino foram coletadas em lagoa de estabilização do sistema de tratamento de dejetos bovinos referente ao projeto de Pesquisa e Desenvolvimento da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). O referido projeto foi desenvolvido em parceria com Universidade Federal de Goiás (UFG), Fundação Getúlio Vargas (FGV) e Concessionária Serra do Facão (SEFAC) na Fazenda Ribeirão Samambaia/Agropecuária Frezza Ltda., localizada na zona rural de Catalão, sudeste do estado de Goiás.

As coletas foram realizadas quinzenalmente por agente da SEFAC e encaminhadas ao laboratório LaBioMol da Universidade Federal de Catalão (UFCAT) para análises parasitológicas. De janeiro a dezembro de 2021 foram coletadas 18 amostras em recipientes plásticos de 10 litros. As amostras foram deixadas em repouso por 24 horas em temperatura ambiente, os sobrenadantes das amostras foram drenados com o auxílio de uma mangueira.

Os sedimentos resultantes das drenagens foram analisados por dois métodos, o exame direto por ser uma técnica usual em laboratórios de parasitologia e permitir a visualização de diferentes estágios evolutivos parasitários (De Carli, 2011) e o método modificado de Bailenger, recomendado pela Organização Mundial da Saúde (WHO, 2006) para análises parasitológicas de águas residuais descrito em “*Analysis of wastewater for use in agriculture*” (Ayres; Mara, 1996).

2.2. EXAME MICROSCÓPICO DIRETO

Com o auxílio de uma pipeta Pasteur descartável, uma gota do sedimento foi colocada no centro de uma lâmina, homogeneizada com uma gota de lugol e coberta com lamínula. A observação microscópica foi realizada nas objetivas de pequeno (10X) e grande aumento (40X).

2.3 MÉTODO MODIFICADO DE BAILENGER

A técnica de Bailenger (1979), modificada por Ayres e Mara (1996) é recomendada pela OMS por ser um dos métodos mais baratos de observação e quantificação de parasitos em águas residuais. É um método reprodutível, simples e rápido.

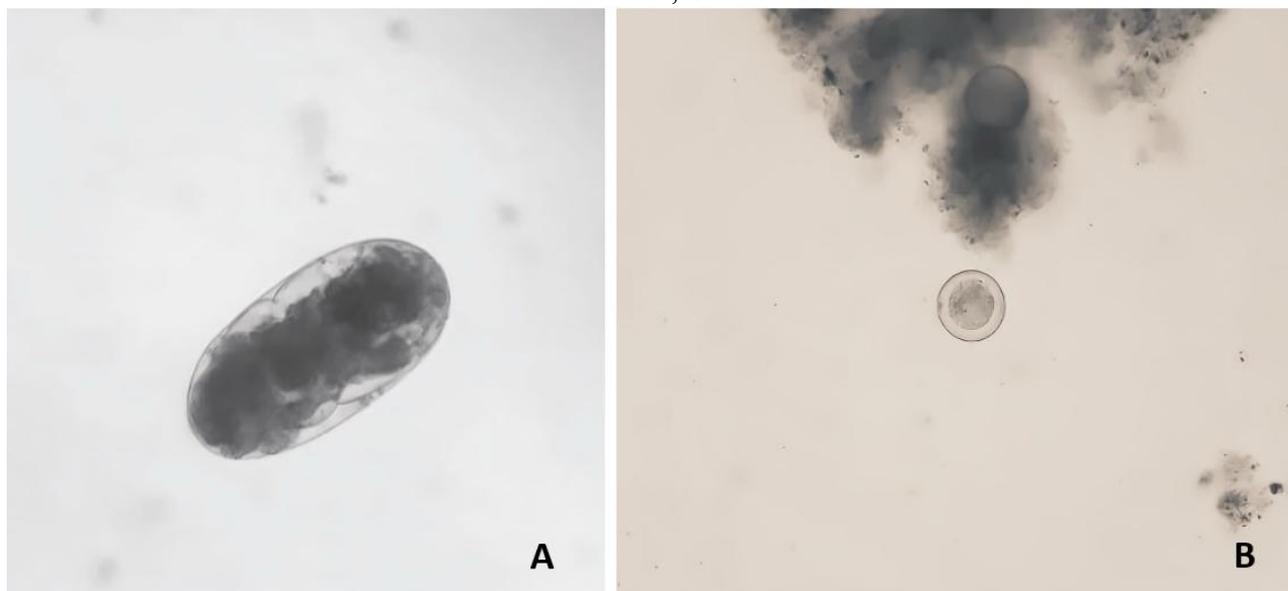
Os sedimentos foram transferidos para tubos de centrífuga e os volumes ajustados com Tween 80 até 15 mL. Foi realizada centrifugação a 1200 rpm por 15 minutos. Após centrifugação os sobrenadantes foram descartados e os sedimentos ressuspensos volume/volume em solução tampão aceto-acética. À essa mistura foi adicionado duas vezes o volume de solução éter, homogeneizando em agitador de tubos. O sobrenadante (contendo três fases distintas) foi descartado. Ao sedimento adicionou-se solução de sulfato de zinco cinco vezes o volume do sedimento. Em seguida a amostra foi homogeneizada em agitador de tubos. Completou-se o volume total do tubo (até a borda) com solução de sulfato de zinco. Foi colocada uma lamínula sobre a superfície do tubo deixando-os em contato (lamínula + líquido) por aproximadamente 10 minutos. A lamínula foi retirada da superfície do tubo, invertida e sobreposta em lâmina contendo uma gota de lugol. A observação da lâmina foi realizada em microscópio óptico utilizando-se as objetivas de menor (10X) e maior aumento (40X).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A pesquisa de ovos e larvas de helmintos, cistos e oocistos de protozoários foi realizada em todas as amostras obtidas para este estudo. A identificação das formas evolutivas parasitárias ocorreu por microscopia óptica onde se analisou as características morfológicas dos estágios evolutivos encontrados.

Analisando as amostras de biofertilizantes pelo exame direto e o método modificado de Bailenger foi possível identificar duas espécies de helmintos, *Oesophagostomum radiatum* e *Toxocara vitulorum* (Figura 1).

Figura 1 – Ovos de *Oesophagostomum radiatum* (A) e *Toxocara vitulorum* (B) identificados em amostras coletadas de janeiro a dezembro de 2021 em lagoa de estabilização do sistema de tratamento de dejetos bovinos na Fazenda Ribeirão Samambaia, Catalão - Goiás.



Fonte: De Autoria Própria

Foram coletadas, processadas e analisadas duas amostras por mês. Pode-se visualizar na Tabela 1, amostras positivas para ovos de *O. radiatum* e *T. vitulorum* utilizando os dois métodos empregados em cada mês do ano de 2021.

Tabela 1 – Presença de ovos de helmintos, utilizando exame direto e método modificado de Bailenger, em amostras coletadas de janeiro a dezembro de 2021 em lagoa de estabilização do sistema de tratamento de dejetos bovinos na Fazenda Ribeirão Samambaia, Catalão - Goiás.

Meses de Coleta 2021	Espécies Encontradas/Técnica Utilizada			
	<i>Oesophagostomum radiatum</i>		<i>Toxocara vitulorum</i>	
	Exame Direto	Método de Bailenger	Exame Direto	Método de Bailenger
Janeiro	-	+	-	+
Fevereiro	+	+	+	+
Março	+	+	+	+
Abril	+	+	+	+
Maio	+	+	+	+
Junho	-	-	-	-
Julho	-	-	-	-
Agosto	-	-	+	-
Setembro	-	-	-	-
Outubro	-	+	-	+
Novembro	+	-	-	-
Dezembro	-	-	-	+

Fonte: De Autoria Própria

Para a análise dos métodos empregados em relação aos meses e às espécies encontradas foi utilizado o teste de correlação de Spearman, com nível de significância $\leq 0,05$. Não houve diferença estatística entre as duas técnicas empregadas para a detecção de formas evolutivas parasitárias. Observou-se maior registro de positividade nos meses de fevereiro, março, abril e maio.

O método de exame microscópico direto foi escolhido por ser acessível, de fácil execução e resultado rápido e por permitir a visualização de formas evolutivas de protozoários e helmintos, devido a inexistência de conservantes nas amostras evitando exposição dos parasitos a condições estressantes (De Carli, 2011; Koontz; Weinstock, 1996). Uma das limitações encontradas na aplicação dessa técnica foi a utilização de pequena porção do total do volume de cada amostra a ser analisada. A observação de alíquotas colhidas das amostras pode não representar o todo, o que favorece resultados falso-negativos. Além disso, a grande quantidade de outros elementos orgânicos junto ao sedimento talvez possa ter influenciado nos achados, pois a visualização de algumas formas evolutivas parasitárias pode ter passado despercebida (Machado et al., 2001).

Entretanto, a técnica se mostrou altamente eficiente para pesquisa de ovos de helmintos parasitos de bovinos, pois pôde ser observado neste estudo utilizando-se o método microscópico direto, diferentes tipos de ovos nas amostras de biofertilizante, dado a pequena quantidade de material examinado. Este achado corrobora com os estudos de Furlong; Padilha (1996); Quadros et al. (2010) e Mentz; Wiest; Gonçalves (2004) que também detectaram a presença de ovos de helmintos parasitos em efluentes mesmo após o processo de biodigestão anaeróbia em biodigestores, o que comprova a resistência dessas formas evolutivas parasitárias ao sistema de decomposição de matéria orgânica em sistema fechado e ao tratamento primário em lagoas de estabilização. O que se sabe até o momento é que a retenção do biofertilizante em lagoas de estabilização é um processo pós-biodigestão que não garante a eliminação de patógenos da matéria orgânica como protozoários e helmintos, mas auxiliam na redução da concentração desses. Até porque os estágios de ovos, cistos e oocistos de parasitos são as formas evolutivas mais resistentes desses organismos (De Carli, 2011; Neves, 2009).

Dois tipos de ovos de helmintos (*Toxocara sp.* e *Oesophagostomum sp.*) puderam ser identificados nas amostras obtidas preparadas pelo exame direto e método modificado de Bailenger.

Ovos de *Toxocara vitulorum* foram revelados nas amostras de biofertilizante preparadas pelo método microscópico direto. Esse parasito é um helminto nematoide intestinal comumente encontrado parasitando bovinos em confinamento. O verme adulto de *Toxocara vitulorum* habita o intestino delgado de bovinos infectados. Porém, a maior preocupação com essa espécie é sua transmissão transmamária, porque larvas de estágio infectante (L3) podem ser encontradas no colostro ou leite de uma vaca infectada

e quando estas estão presentes no animal são capazes de contaminar seus filhotes quando esses ingerem o líquido contendo essas larvas, o que oferece riscos a sua saúde até seu quarto mês de vida. Antes do parto, larvas infectantes (L3) se encontram no fígado e tecidos pulmonares de vacas prenhes contaminadas por *Toxocara vitulorum* e alguns dias antes do nascimento do filhote essas larvas migram até o úbere das vacas e são eliminadas junto ao leite e colostro, que ao serem ingeridos pelos bezerras acabam se contaminando (Mattos et al., 2021). A toxocariose pode manifestar sinais de diarreia, emagrecimento, inflamação intestinal ou levar à morte dos filhotes (Roberts; Sivansthan, 1990 apud Dewair; Bessat, 2020). Além disso, outro problema relacionado ao *Toxocara vitulorum* é que se o leite estiver contaminado com essas larvas infectantes (L3) e for consumido em seu estado natural por humanos pode prejudicar a saúde desses, pois não se conhece até agora os perigos associados a ingestão de parasitos zoonóticos presentes em alimentos (Banerjee et al., 1983 apud Rocha, 2009).

Ovos de *Oesophagostomum radiatum* também foram revelados nas amostras de biofertilizante processadas. Esse helminto nematódeo se encontra parasitando o intestino grosso de bovinos. Entre o caminho percorrido pela larva infectante ingerida (L3) por um bovino, do intestino delgado ao grosso, ocorre a diferenciação dos estádios larvais, onde a larva de terceira geração (L3) se desenvolve em larva de estágio quatro (L4). Essas larvas de quarto estágio (L4) atingem a mucosa intestinal do hospedeiro e formam nódulos na parede do tecido. Dos nódulos as larvas (L4) migram até o lúmen do intestino grosso, se desenvolvem em larvas de quinta geração (L5) e posteriormente se diferenciam em vermes adultos. A oesofagostomose pode provocar hipertermia, aumento na secreção de mucina, inchaço tecidual e inflamação em vasos sanguíneos de bovinos contaminados (Maia; Mattos, 2020).

A confirmação de outras formas evolutivas parasitárias como larvas de helmintos e cistos ou oocistos de protozoários também é possível pelo exame direto, no entanto não foram evidenciadas neste estudo. Para as formas evolutivas de protozoários, oocistos e cistos, a ausência pode ter decorrido de fatores relacionados a sua sobrevivência ao processo de biodigestão anaeróbia em biodigestores devido a sensibilidade de suas estruturas encontradas em sua formação, o que é afirmado por Feachem et al. (1983). Apesar disso, não se pode dizer que essas formas evolutivas de protozoários são destruídas no processo de decomposição da matéria orgânica, mas a causa mais provável é que estes parasitos possam estar retidos no lodo anaeróbio dentro do biodigestor. Essa retenção de protozoários provavelmente decorre da sedimentação da matéria orgânica dentro do sistema. No caso de larvas de helmintos presume-se que o processo anaeróbico de biodigestão tenha surtido efeito sobre seu desenvolvimento, o que foi relatado no estudo de Duarte et al. (2008) quando analisou compostos orgânicos antes e após tratamento e confirmado por Feachem et al. (1983) quando mencionou que larvas quando encontradas nos efluentes

geralmente provêm dos ovos que estão presentes nos tanques de estabilização, pois sua sobrevivência em sistemas de tratamento é extremamente baixa, podendo permanecer na fração líquida de esgoto doméstico, por exemplo, por até cinco dias sendo esse o momento em que essas larvas podem ser levadas para os efluentes. Um ponto que cabe destacar é que uma possível interação predatória entre fungos e larvas de helmintos na lagoa de estabilização possa ter ocorrido, pois segundo Zerbini (2000), existem alguns fungos que destroem larvas de determinados helmintos e a presença desses microrganismos em lagoas de estabilização foi apontada por Pedrelli (1997), o que não descarta essa hipótese.

Quanto ao método de Bailenger (1979) modificado por Ayres; Mara (1996) afirma-se que a técnica se mostrou condizente com a proposta apresentada pela OMS, porque foi possível padronizar com sucesso o protocolo no laboratório em que este estudo foi conduzido. Sua reprodutibilidade, simplicidade, rapidez e aspecto econômico pôde ser confirmada.

Utilizando o método modificado de Bailenger padronizado no laboratório nas amostras de biofertilizante verificou-se que as partículas orgânicas excedentes que podiam ofuscar as formas evolutivas parasitárias no exame direto não esteve presente neste, isso acontece em decorrência da sequência de etapas em que as amostras se processam, o que propicia clarear o sobrenadante e consequentemente aumentar a acurácia nas análises (Crispim et al., 1994 apud Zerbini, 2000).

Cabe ressaltar que, o fato de não serem encontradas larvas de helmintos ou oocistos e cistos de protozoários pode estar associado ao processo de estabilização da lagoa de biofertilizante que tem por objetivo remover matéria orgânica e sólidos em suspensão, assim como reduzir grande parte de agentes patogênicos presentes nesses efluentes (biofertilizante) (Gehling, 2017). Desta forma, fica evidente a eficiência da lagoa de estabilização bem como o Tempo de Detenção Hidráulico da matéria orgânica empregado no sistema de biodigestores da fazenda Ribeirão Samambaia em reter algumas formas evolutivas parasitárias, considerando o período em que este estudo foi realizado.

A presença de ovos de helmintos nas amostras de biofertilizante e dejetos bovinos analisadas, independentemente do método empregado nas preparações, comprova que há uma maior resistência dessas formas evolutivas ao processo de biodigestão anaeróbia em biodigestores tipo lagoa coberta e ao processo de estabilização do biofertilizante durante o período de chuvas, o que pode representar risco a saúde do rebanho, pois possibilita a persistência desses agentes etiológicos dentre os bovinos que já se encontram infectados, visto que foram encontrados ovos de *Oesophagostomum radiatum* e *Toxocara vitulorum* nas amostras, confirmando a contaminação de alguns animais por esses parasitos. O biofertilizante analisado neste estudo é utilizado como água de reuso para higienização de áreas externas da propriedade e aproveitado como biofertilizante nas áreas de produção da fazenda. Seu uso em pastagens, em

plantações usadas para alimentação animal ou como água de reuso na limpeza das áreas produtivas deve ser pensado cuidadosamente, pois caso o biofertilizante contenha grande número de patógenos que eventualmente não foram retidos nos biodigestores ou nas lagoas de estabilização do sistema de tratamento de dejetos bovinos é possível que esses agentes etiológicos sejam transferidos do biofertilizante para os lugares em que este esteja sendo usado, podendo contaminar as áreas e plantações e ainda representar risco a saúde bovina em decorrência das infecções que esses seres patogênicos possam causar nos animais vulneráveis e naqueles que já estejam infectados prejudicando assim a produtividade do rebanho e contribuindo para a continuidade do ciclo de transmissão parasitário.

Conforme referencia Chernicharo (2007) um tratamento eficiente para biofertilizantes oriundos do processo de biodigestão anaeróbia em sistema fechado pode ser conseguido através da adoção de um sistema de controle de monitoramento semanal, em que se deve analisar tanto os afluentes como os efluentes do processo de degradação da matéria orgânica em biodigestores para verificação e detecção de formas evolutivas parasitárias. Essas análises podem ser realizadas empregando-se o método microscópico direto, pois este se mostrou, neste estudo, mais eficiente na identificação de ovos de helmintos parasitos se comparando com o método modificado de Bailenger (1979), visto que é uma técnica barata e que não se utiliza nenhum tipo de solução ou reagente ou qualquer equipamento que não se tenha prontamente em laboratórios parasitológicos.

4. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos indicam que ambos métodos de análise de amostras realizados neste trabalho se mostraram úteis para o monitoramento parasitológico de biofertilizante oriundo da biodigestão anaeróbia de dejetos bovinos, estudado nesta pesquisa. As duas metodologias apresentaram bons resultados na identificação de formas evolutivas parasitárias, em especial para ovos de helmintos parasitos de bovinos.

O presente trabalho se mostra importante para somar dados ao projeto principal desenvolvido na propriedade rural, uma vez que o conhecimento da presença de parasitos no biofertilizante abre caminhos para que novas análises parasitológicas sejam realizadas.

5. REFERÊNCIAS

- AMARAL, C.M.C. et al. Biodigestão anaeróbia de dejetos de bovinos leiteiros submetidos a diferentes tempos de retenção hidráulica. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 6, p. 1897-1902, 2004. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/2474>. Acesso em: 01 ago. 2021.
- AYRES, R.M.; MARA, D.D. **Analysis of wastewater for use in agriculture: a laboratory manual of parasitological and bacteriological technique**. 1996. World Health Organization: Geneva, Switzerland, 1996. Disponível em: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/41832/9241544848_eng.pdf. Acesso em: 29 jul. 2022.
- BAILINGER, J. Mechanisms of parasitological concentration in coprology and their practical consequences. **Journal of American Medical Technology**, Chicago, n.41, p. 65-71, 1979.
- BETANCUR, O. et al. Clinical Significance of the Persistence of Pathogens in Pig (*Sus Scrofa*) Manure Used as Biofertilizer and Food. **International Journal of Research in Agriculture and Forestry**, v. 4, n. 9, p. 1-9, 2017. ISSN 2394-5915 (online). Disponível em: <https://www.ijraf.org/papers/v4-i9/1.pdf>. Acesso em: 01 ago. 2023.
- CHERNICHARO, C.A.L. Anaerobic Reactors. In: _____. **Biological wastewater treatment series**. v. 4, 2007. IWA Publishing, 2007. Disponível em: <http://iwaponline.com/ebooks/book-pdf/1100/wio9781780402116.pdf>. Acesso em 03 ago. 2023.
- DE CARLI, G. A. **Parasitologia clínica: seleção de métodos e técnicas de laboratório para o diagnóstico das parasitoses humanas**. 2 ed. São Paulo: Ed. Atheneu, 2011.
- DEWAIR, A.; BESSAT, M. Molecular and microscopic detection of natural and experimental infections of *Toxocara vitulorum* in bovine Milk. **PLoS ONE**, v. 15, n. 5, p. 1-12, 2020. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0233453>. Acesso em: 08 ago. 2022.
- DOTTO, R.B.; WOLFF, D.B. Biodigestão e produção de biogás utilizando dejetos bovinos. **Disciplinarum Scientia**, v. 13, n.1, p. 13-26, 2012. Disponível em: <https://periodicos.ufn.edu.br/index.php/disciplinarumNT/article/view/1291>. Acesso em: 31 jul. 2023.
- DUARTE, E.R. et al. Análise da contaminação parasitária em compostos orgânicos produzidos com biossólidos de esgoto doméstico e resíduos agropecuários. **Ciência Rural**, v. 38, n. 5, ago. 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/rXLtbPSghLTSB47PKcpzkzC/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 05 ago. 2023.
- FEACHEM, R.G. et al. **Sanitation and Disease: Health Aspects of Excreta and wastewater Management**. Toronto: Jonh Wiley e Sons, 1983. Disponível em: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/704041468740420118/pdf/multi0page.pdf>. Acesso em: 03 ago. 2022.
- FURLONG, J.; PADILHA, T. Viabilidade de ovos de nematódeos gastrintestinais de bovinos após passagem em biodigestor anaeróbio. **Cienc. Rural**, v. 26, n. 2, ago. 1996. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84781996000200017>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/Vk8qy68ByCwjdkd8SFpGmnF/?lang=pt#>. Acesso em: 08 ago. 2023.
- GEHLING, G. Tratamento primário de esgotos. In: BENETTI, A.D. **Tratamento de água e esgoto**. Rio Grande do Sul: Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, cap. 10, 2017. Disponível em: http://avasan.com.br/pdf/cap10_tratamento_primario_es.pdf. Acesso em: 15 ago. 2023.
- GODINHO, V.M. **Estudo sobre a ocorrência de ovos de helmintos e viabilidade de Ascaris sp. em lodos aneróbicos in natura e submetidos à higienização por caleção e por tratamento térmico**. 2003. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio ambiente e Recursos Hídricos), Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2003. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1843/BUDB-8E3LBS>. Acesso em: 01 ago. 2022.

GRISI, L. et al. Reassessment of the potential economic impact of cattle parasites in Brazil. **Rev. Bras. Parasitol. Vet.**, v. 23, n. 2, p. 150-156, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1984-29612014042>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbpv/a/Yvdz46WMYtR8NK43mjN8GLt/?lang=en#>. Acesso em: 06 jul. 2023.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e estatística. **Produção da Pecuária Municipal: resultados preliminares**, Brasil, 2019.

KOONTZ, F.; WEINSTOCK, J.V. The approach to stool examination for parasites. **Gastroenterology Clinics of North America**, v. 25, n. 3, p. 435-449, 1996. ISSN 0889-8553. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0889-8553\(05\)70257-0](https://doi.org/10.1016/S0889-8553(05)70257-0). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0889855305702570>. Acesso em: 01 ago. 2023.

MACHADO, R.L.D. et al. Comparação de quatro métodos laboratoriais para diagnóstico da Giardia lamblia em fezes de crianças residentes em Belém, Pará. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 34, n.1, p. 91-93, jan-fev, 2001. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rsbmt/a/8xj3dxNWkbs6L8sQ53f8ksg/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 02 ago. 2023.

MAIA, D.; MATTOS; M.J.T. **Nematódeos gastrintestinais em bovinos no Brasil: revisão de artigos publicados no período de 2012 a 2020**. Rev. Agr. Acad., v.3, n.3, Mai/Jun 2020. DOI: 10.32406/v3n32020/296-307/agrariacad. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/216034>. Acesso em: 08 ago. 2023.

MATOS, C.F. et al. Avaliação do Potencial de Uso de Biofertilizante de Esterco Bovino Resultante do Sistema de Manejo Orgânico e Convencional da Produção de Leite Pinheiro, **Rev. Virtual Quim.**, 2017, v. 9, n. 5, p. 1957-1969. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/167351/1/2017-046.pdf>. Acesso em: 31 jan. 2024.

MATTOS, M.J.T. et al. Toxocaríose em bovinos leiteiros no estado de Rio Grande do Sul. **Rev. Agr. Acad.**, v. 4, n. 1, Jan/Fev 2021. DOI: 10.32406/v4n12021/112-118/agrariacad. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/222377/>. Acesso em: 08 fev. 2024.

MEDEIROS, A. S. et al. Inventário nacional de emissões e remoções antrópicas de gases de efeito estufa. In: **Quarta Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima**. Brasília, DF: MCTI, 2020. cap. 2, p. 83-185. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/220526/1/Inventario-nacional-de-emissoes-e-remocoes-antropicas-2020.pdf>. Acesso em: 11 jan. 2024.

MENTZ, M.B; WIEST, J.M.; GONÇALVES, P.C. Viabilidade de ovos de Fasciola hepatica de bovinos em sistema de biodigestão anaeróbia. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v. 56, n. 4, ago. 2004. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-09352004000400019>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abmvz/a/ffGMHdpbvWtDPFBZ45Xh7XG/?format=html&lang=pt#>. Acesso em: 04 ago. 2023.

NEVES, D.P. **Parasitologia dinâmica**. 3 ed. São Paulo: Atheneu, 2009.

OLIVEIRA, A.P.N; MONTEBELLO, A.E.S. Aspectos econômicos e impactos ambientais da pecuária bovina de corte brasileira. **Revista Científica do Centro Universitário de Araras “Dr. Edmundo Ulson” – UNAR**, v. 9, n. 2, 2014. Disponível em: <http://revistaunar.com.br/cientifica/volumes-publicados/volume-9-no2-2014>. Acesso em: 15 nov. 2023.

PEDRELLI, T.D. **Avaliação do sistema de lagoas de estabilização para o tratamento das águas residuárias de Balneário Camboriú/SC**. 1997. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Departamento de Engenharia Sanitária e Animal, Universidade Federal de Santa Catarina, 1997. Disponível em: <http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/77081>. Acesso em: 05 dez. 2023.

PEGORARO, L.M.C (Ed.). **Biosseguridade na bovinocultura leiteira**. Ed. técnica Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 48 p., 2018. Disponível em:

<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/202288/1/Biosseguridade-Propriedade-Leiteira.pdf>. Acesso em: 01 dez. 2024.

PRACIANO, A.L. et al. Contribuição de biodigestores para a agricultura familiar. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 35, n. 1, p. 95-106, jan.-mar., 2020. ISSN 2359-6562 (online). DOI: <http://dx.doi.org/10.17224/EnergAgric.2020v35n1p95-106>. Disponível em: <https://revistas.fca.unesp.br/index.php/energia/article/view/2660/2648>. Acesso em: 31 jul. 2021.

QUADROS et al. Biodigestão anaeróbia de dejetos de caprinos e ovinos em reator contínuo de PVC flexível. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.3, p.326–332, 2010. Campina Grande, PB, UAEA/UFCG. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662010000300014>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/tpq3rw6zV7RLmqhkQcqNFWJ/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 03 ago. 2023.

ROCHA, J.R. Estudo comparativo da infecção de bezerras Jersey e búfalos por *Toxocara vitulorum*. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, ano VII, n. 13, jul. 2009. Disponível em: http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/biK21lbEbklkHAJ_2013-6-24-17-37-29.pdf. Acesso em: 08 ago. 2023.

SANTOS, A.M. et al. Avaliação da Produção de Biometano da Geração de Biogás a partir de Dejetos Bovinos com Diferentes Diluições. **Revista Processos Químicos**, v. 13, n. 26, jul/dez 2019. Disponível em: http://ojs.rpqsena.org.br/index.php/rpq_n1/article/view/539/482. Acesso em 02 ago. 2023.

SILVA, M.I.; BORTOLI, A.L. Modelagem e simulação do processo de formação do biogás. **Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics**, v. 6, n. 1, 2018. DOI: 10.5540/03.2018.006.01.0391. Disponível em: <https://proceedings.sbmac.org.br/sbmac/article/view/2078>. Acesso em 02 ago. 2023.

SILVA, W.T.L. et al. Physico-chemical evaluation of an effluent treated in anaerobic biodigester regarding its efficiency and application as fertilizer. **Quím. Nova**, v. 35, n. 1, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422012000100007>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/yKqrG7WxRkFqcbt4PmVvbxG/abstract/?lang=en#>. Acesso em: 21 jul. 2023.

TEIXEIRA, J.C.; HESPANHOL, A.N. A trajetória da pecuária bovina brasileira. **Caderno Prudentino de Geografia**, Presidente Prudente, n.36, v.1, p.26-38, jan./jul. 2014. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/cpg/article/view/2672>. Acesso em: 31 jul. 2023.

VIDOTTO, O. Estratégias de combate aos principais parasitas que afetam os bovinos. In: Simpósio sobre Sustentabilidade da Pecuária Leiteira na Região Sul do Brasil, 2002. Anais do Sul - Leite. Maringá, 2002. p.192-212. Disponível em: <http://www.nupel.uem.br/ectoparasitas.pdf>. Acesso em: 24 jul. 2023.

VIEIRA, H. G.; POLLI, H. Q. O biogás como fonte alternativa de energia. **Revista Interface Tecnológica**, [S. l.], v. 17, n. 1, p. 388-400, 2020. Disponível em: <https://revista.fatectq.edu.br/index.php/interfacetecnologica/article/view/766>. Acesso em: 15 jul. 2023.

WHO - World Health Organization. Wastewater use in agriculture. In: _____. **Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater**. Genebra, v. 2, 2006. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9241546832>. Acesso em: 03 ago. 2023.

XAVIER, J.H.V.; CALDEIRA-PIRES, A. Uso potencial da metodologia de análise de ciclo de vida (ACV) para a caracterização de impactos ambientais na agricultura. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**. Brasília, v. 21, n. 2, 2004. DOI: <http://dx.doi.org/10.35977/0104-1096.cct2004.v21.8714>. Disponível em: <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/cct/article/view/8714>. Acesso em: 15 ago. 2022.

ZERBINI, A.M. **Identificação e análise de viabilidade de ovos de helmintos em um sistema de tratamento de esgotos domésticos constituído de reatores anaeróbios e rampas de escoamento superficial**. 2000. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) - Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2000. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1843/BUOS-8DXLTG>. Acesso em: 01 ago. 2022.