

---

**Faculdade de Tecnologia Nilo De Stéfani**  
**Trabalho de Graduação**

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA “PAULA SOUZA”**

**FACULDADE NILO DE STÉFANI DE JABOTICABAL - SP (Fatec-JB)**

**CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM GESTÃO AMBIENTAL**

**QUANTIFICAÇÃO DE ENTEROBACTÉRIAS TOTAIS E MICRORGANISMOS  
MESÓFILOS AERÓBIOS E ANAERÓBIOS EM RESÍDUO DE BOVINOCULTURA  
LEITEIRA TRATADOS EM REATORES UASB EM SÉRIE**

**IVAMEIRE RODRIGUES DE SOUZA**

**ORIENTADORA: DRA. MARITA VEDOVELLI CARDOZO**  
**COORIENTADORES: PROF. DR. FERNANDO ANTÔNIO DE ÁVILA**  
**PROFA. DRA. ROSE MARIA DUDA**

**JABOTICABAL, S.P.**

**2020**

|

**IVAMEIRE RODRIGUES DE SOUZA**

**QUANTIFICAÇÃO DE ENTEROBACTÉRIAS TOTAIS E MICRORGANISMOS  
MESÓFILOS AERÓBIOS E ANAERÓBIOS EM RESÍDUO DE BOVINOCULTURA  
LEITEIRA TRATADOS EM REATORES UASB EM SÉRIE**

Trabalho de graduação (TG) apresentado à Faculdade de Tecnologia Nilo De Stéfani de Jaboticabal (Fatec-JB), como parte dos requisitos para a obtenção do título de Tecnóloga em **Gestão Ambiental**.

Orientadora: Dra. Marita Vedovelli Cardozo

Coorientadores: Prof. Dr. Fernando Antônio de Ávila

Profa. Dra. Rose Maria Duda

**JABOTICABAL, S.P.**

**2020**

|

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

SOUZA, Ivameire Rodrigues,  
Quantificação de enterobactérias totais e microrganismos mesófilos aeróbios e anaeróbios em resíduo de bovinocultura leiteira tratados em reatores UASB em série / Ivameire Rodrigues de Souza.— Jaboticabal: Fatec Nilo de Stéfani, Ano. xxp.

Orientador: Dra. Marita Vedovelli Cardozo  
Coorientador: Prof. Dr. Fernando Antônio de Ávila e Profa. Dra. Rose Maria Duda

Trabalho (graduação) – Apresentado ao Curso de Tecnologia em Gestão Ambiental, Faculdade de Tecnologia Nilo de Stéfani -Jaboticabal, Ano de conclusão do curso.

Palavras-Chaves: Eficácia, Efluente, Microrganismos, Reatores anaeróbios, Tratamento.

IVAMEIRE RODRIGUES DE SOUZA

Quantificação de enterobactérias totais e microrganismos mesófilos aeróbios e anaeróbios em resíduo de bovinocultura leiteira tratados em reatores UASB em série

Trabalho de Graduação (TG) apresentado à Faculdade de Tecnologia Nilo de Stéfani de Jaboticabal (Fatec-JB), como parte dos requisitos para a obtenção do título de Tecnóloga em **Gestão Ambiental**.

**Orientador:** Dra. Marita Vedovelli Cardozo

**Coorientadores:** Prof. Dr. Fernando Antônio de Ávila

Profa. Dra. Rose Maria Duda

**Data da apresentação e aprovação: 24/ 06/ 2020.**

#### **MEMBROS COMPONENTES DA BANCA EXAMINADORA**

**Presidente e Orientador: Dra. Marita Vedovelli Cardozo**

**Universidade Estadual Paulista (UNESP), Jaboticabal, SP, Brasil**

**Dra. Mariana Monezi Borzi**

**Universidade Estadual Paulista (UNESP), Jaboticabal, SP, Brasil**

**Dr. Valciney Gomes de Barros**

**Faculdade de Tecnologia Nilo de Stéfani de Jaboticabal (Fatec-JB)**

**Local:** Faculdade de Tecnologia Nilo de Stéfani de Jaboticabal (Fatec-JB)

Jaboticabal – SP – Brasil

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, por ter me dado saúde, força e amigos que me apoiaram quando pensei em desistir. A minha orientadora, Dra. Marita Vedovelli Cardozo por me conduzir na elaboração desse documento tão essencial para fechar o ciclo deste curso.

Ao Carlos Capita e Douglas da Cruz, amigos que a faculdade me apresentou e que levarei para a vida, agradeço pela força e o empenho que realizaram, não deixaram que meus momentos difíceis me derrubassem, me auxiliaram a manter o foco no objetivo e completar o curso. A minha mãe, Ivanete Rodrigues de Souza, que me sustentou em todos os sentidos quando os recursos necessários para prosseguir me esvaíram, ela estava ao meu lado e não deixou que nada me faltasse, e supriu em tudo que eu precisava para me manter firme.

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Valdeci *in memoriam*, que sempre acreditou no meu potencial e me apoiou em realizar o sonho de fazer um curso superior, e minha mãe Ivanete, que enfrentava tantas batalhas na vida nesses últimos tempos, mas sempre firme e me incentivando a nunca desistir dos nossos sonhos. Sinto-me orgulhosa e privilegiada por ter pais tão especiais.

À minha filha Adrielle, por todo amor incondicional que você sempre me deu. Inúmeras foram as vezes que cheguei da faculdade tarde da noite no início da madrugada, muitas vezes ainda acordada à minha espera, ou ter deixado de uma forma carinhosa algo feito por ela para que eu me alimentasse. Pelas palavras que me deram força e incentivo, quando eu reclamava que estava cansada dos estudos. Agradeço a Deus sempre pelo presente da sua presença em minha vida.

A Marita, pela paciência, orientação, competência, profissionalismo e dedicação tão importantes. Nas poucas vezes que nos reunimos pessoalmente, devido o momento que a humanidade está passando, embora em algumas eu estivesse desestimulada, bastavam alguns minutos de conversa e umas poucas palavras de incentivo e lá estava eu, com o mesmo ânimo e novos ensinamentos a serem seguidos e levados para a vida. Obrigada por ter aceito orientar alguém tão crua e inexperiente como eu, e tornar possível que este trabalho seja entregue com a qualidade exigida. Obrigado por acreditar em mim e pelo incentivo. Tenho certeza que não chegaria neste ponto sem o seu apoio.

À banca avaliadora, Dra. Mariana Monezi Borzi e Dr. Valciney Gomes de Barros, por terem aceito o convite e pelas valiosas contribuições para com este trabalho.

À Fatec-JB, aos gestores, professores, funcionários que auxiliaram direta ou indiretamente para que eu conseguisse finalizar o curso com sucesso.

“A água que não corre forma um pântano; a mente que não pensa forma um tolo”

(Vitor Hugo)

SOUZA, Ivameire Rodrigues de. Quantificação de enterobactérias totais e microrganismos mesófilos aeróbios e anaeróbios em resíduo de bovinocultura leiteira tratados em reatores UASB em série

Trabalho de Graduação. Centro Estadual de Educação Tecnológica “Paula Souza”. Faculdade de Tecnologia de Jaboticabal. 30 p. 2020.

## **RESUMO**

Sabe-se que o uso de reatores UASB em série é uma excelente forma de tratamento para diminuição de carga orgânica em efluentes. Entretanto, é interessante evidenciar se, no ponto de vista microbiológico, esse tipo de tratamento biológico apresenta a mesma eficácia. O objetivo do presente estudo é analisar a eficiência do uso de reator UASB em série na redução das enterobactérias e microrganismos mesófilos aeróbios e anaeróbios totais em efluentes de bovinocultura leiteira. Para tal, foram coletadas 3 amostras em pontos distintos do processo de tratamento nos reatores em série: A1, afluente do reator anaeróbio UASB 1; A2, efluente do reator UASB1 e afluente do reator anaeróbio USAB 2; e A3, efluente do reator anaeróbio USAB 2. Em seguida, cada amostra foi submetida à quantificação dos microrganismos descritos anteriormente, através da técnica de plaqueamento em superfície. Nas contagens, podemos observar que todos os grupos de microrganismos analisados apresentaram redução durante o tratamento imposto. Ainda, as enterobactérias mostraram uma redução expressiva entre A2 para A3, e os microrganismos mesófilos aeróbios e anaeróbios, tiveram redução entre A1 e A2, mas não entre A2 e A3. Os resultados comprovam a eficiência do uso de reatores UASB em série no tratamento dos resíduos de bovinocultura leiteira reduzindo a população de microrganismos entéricos bem como mesófilos aeróbios e anaeróbios totais. Esse trabalho evidencia que um efluente tratado por reatores UASB podem ser reutilizados para irrigação em agricultura.

**Palavras-chave:** eficácia, efluente, microrganismos, reatores anaeróbios e tratamento.



SOUZA, Ivameire Rodrigues de. Quantificação de enterobactérias totais e microrganismos mesófilos aeróbios e anaeróbios em resíduo de bovinocultura leiteira tratados em reatores UASB em série

. Trabalho de Graduação. Centro Estadual de Educação Tecnológica “Paula Souza”. Faculdade de Tecnologia de Jaboticabal. 30 p. 2020.

### ABSTRACT

It is known if the use of UASB reactors in the series is an excellent treatment to reduce the organic load in effluents. However, it is interesting to show whether, from a microbiological point of view, this type of biological treatment has the same effectiveness. The objective of the present study is to analyze the efficiency of the use of UASB reactors in reducing total aerobic and anaerobic mesophilic microorganisms and enterobacteria in dairy cattle effluents. For this purpose, 3 samples were collected at different points in the treatment process in the series reactors: A1, a tributary of the UASB 1 anaerobic reactor; A2, effluent from the UASB1 reactor and affluent from the USAB 2 anaerobic reactor; and A3, USAB 2 anaerobic reactor effluent. Then, each sample was subjected to the quantification of previously registered microorganisms, using the surface coating technique. In the counts, we can see that all groups of microorganisms analyzed decreased during the tax treatment. Even so, as enterobacteria showed a significant reduction between A2 to A3, and the aerobic and anaerobic mesophilic microorganisms, they had a reduction between A1 and A2, but not between A2 and A3. The proven results on the efficient use of UASB reactors in the dairy cattle waste treatment series cause the mortality of enteric microorganisms as well as aerobic and mesophic anaerobes. This work shows that an effluent treated by UASB can be reused for irrigation in agriculture.

**Keywords: efficacy, effluent, microorganisms, anaerobic reactors and treatment.**

|

## **LISTA DE FIGURAS**

<b>Figura 1</b>	Esquema de instalação dos reatores UASB em série	19
-----------------	--	----

|

## **LISTA DE TABELAS**

<b>Tabela 1</b>	Produção mundial de leite entre 2014 e 2019 em mil toneladas.....	16
<b>Tabela 2</b>	População de enterobactérias e microrganismos mesófilos aeróbios e anaeróbios totais em efluentes de bovinocultura leiteira tratados em reatores UASB em série.....	25

## **LISTA DE QUADROS**

<b>Quadro 1</b>	Condições para lançamento de efluente	17
<b>Quadro 2</b>	Vantagens e desvantagens do reator UASB	19
<b>Quadro 3</b>	Grupos Patogênicos presentes na água	20
<b>Quadro 4</b>	Classes de águas doces, respectivo uso e padrão de coliformes termotolerantes	21
<b>Quadro 5</b>	Classes de águas salinas e salobras, respectivo uso e padrão de coliformes termotolerantes	22

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

<b>ABNT</b>	Associação Brasileira de Normas Técnicas
<b>Fatec-JB</b>	Faculdade de Tecnologia Nilo de Stéfani de Jaboticabal
<b>IBGE</b>	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
<b>UASB</b>	Upflow Anaerobic Sludge Blanket - Reator anaeróbio de fluxo ascendente
<b>DBO5</b>	Demanda bioquímica de oxigênio durante cinco dias
<b>DQO</b>	Demanda química de oxigênio
<b>mil t</b>	Milhões de toneladas
<b>°C</b>	Graus Celsius
<b>pH</b>	Potencial Hidrogeniônico
<b>%</b>	Porcentagem
<b>mg/L</b>	Miligrama por litro
<b>mL/L</b>	Mililitros em Litros
<b>ABES</b>	Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental
<b>CT</b>	Coliformes Termotolerantes
<b>NMP</b>	Número Mais Provável
<b>TPH</b>	Tempo de Detenção Hidráulica

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>28</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>15</b>
2.1 Bovinocultura leiteira.....	16
2.2 Tratamentos de efluentes .....	17
2.3 Reatores UASB.....	18
2.4. Qualidade microbiológica da água.....	20
2.4.1 Enterobactérias.....	19
2.4.2 Bactérias mesófilas aeróbias e anaeróbias.....	21
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>21</b>
3.1 Coletas das Amostras .....	21
3.2 Análises Microbiológicas.....	22
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>22</b>
<b>5 CONCLUSÃO .....</b>	<b>24</b>
<b>6 REFERÊNCIAS .....</b>	<b>25</b>
<b>APÊNDICE A – TERMO DE ORIGINALIDADE.....</b>	<b>29</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A bovinocultura de leite tem grande importância para o nosso país e o mundo. O Brasil é o sexto maior produtor mundial de leite e responde por 66% do volume total da produção entre os países que compõem o MERCOSUL (USDA, 2019). Entretanto, todo esse desenvolvimento da pecuária acaba gerando um resíduo, que neste caso, são os dejetos do rebanho, tornando-os um grande problema para o meio ambiente se não tratado ou descartado de maneira inadequada (PAULO e DOMINGUES, 2001).

Esse efluente da bovinocultura contém alta concentração de matéria orgânica e de microrganismos que, se lançado diretamente em corpo hídrico pode causar danos diversos, entre eles, a eutrofização ao meio aquático. Um dos métodos utilizados para tratamento desses efluentes é o processo de digestão anaeróbia, que utilizam microrganismos para digerirem diversos compostos indesejados (METCALF e EDDY, 2003).

Dentre os vários sistemas de tratamento anaeróbio existentes, o reator anaeróbio de fluxo ascendente (UASB) é um dos mais eficazes. No reator UASB, o afluente a ser tratado é introduzido no fundo do reator e seguem um fluxo ascendente passando pelo compartimento de digestão onde ocorre a conversão da matéria orgânica, através de microrganismos anaeróbicos. Esse processo apresenta características favoráveis como o baixo custo, simplicidade operacional e baixa produção de sólidos (COSTA et al., 2014). Em regiões com clima quente (temperatura acima de 18 °C), a eficiência de remoção do material orgânico é elevada, em torno de 65% a 80% da Demanda Química do Oxigênio (DQO) do afluente, operando com um tempo de detenção hidráulica (TPH) de quatro a oito horas (GOMES E RODRIGUES, 2016).

Em relação aos efluentes, é fundamental que sejam tratados antes de serem despejados em corpos hídricos, pois, além de contaminação orgânica, apresentam-se contaminados por microrganismos causadores de doenças em seres humanos e animais. Ainda, a água é uma fonte vital para os seres vivos e sua escassez ou poluição, acarretam em diversos prejuízos para a saúde. (OLIVO e ISHIKI, 2015). Apesar de sua importância, esse recurso apresenta-se cada vez mais escasso, representando um problema ambiental de solução complexa (FAO, 2008). Além disso, o tratamento dos efluentes é uma maneira de auxiliar na utilização deste recurso, pois podemos reutiliza-lo para irrigação na agricultura.

A reutilização de água tratada para irrigação já é feita em algumas culturas. Inclusive, existem padrões estabelecidos para cada tipo de reuso (BRASIL, 2011) para que não haja risco de contaminação bacteriológica externa ou internamente dos alimentos, garantindo produtos de boa qualidade (OLIVEIRA, 2000). A configuração de reatores UASB em série do tratamento de águas residuárias de bovinocultura aumenta a eficiência de remoção da matéria orgânica e a

produção de Biogás. O efluente proveniente desse sistema possui concentrações de nutrientes, principalmente de N, P e K, importantes para fertirrigação agrícola (MONTROYA, 2017).

Em experimento conduzido na Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP, Botucatu, os autores utilizaram um sistema de irrigação subsuperficial, no qual efluentes tratados de esgoto foram aplicados na cultura de pepino (AZEVEDO e OLIVEIRA, 2005). Em outro estudo, realizado na Faculdade de Tecnologia Centec do Cariri - FATEC Cariri, os autores também utilizaram efluente tratado na água de irrigação na produção da cultura da pimenta tequila bode vermelha (SILVA et al., 2015). Em ambos, a qualidade dos produtos obtidos foi favorável.

Baseado no exposto, o presente trabalho teve como objetivo quantificar a população de enterobactérias, mesófilos aeróbios e mesófilos anaeróbios totais em resíduos de bovinocultura leiteira, antes e após tratamento em sistema de reatores em série UASB.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Bovinocultura leiteira

Segundo o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA, 2019), a produtividade internacional de leite em 2019 foi de 513 mil toneladas. A União Européia é a 1º no ranking na produção mundial de leite de vaca, seguido pelos EUA, Índia e Rússia. O Brasil ocupa a 6º posição com produção de 23 mil toneladas (Tabela 1).

Tabela 1. Produção mundial de leite entre 2014 e 2019 em mil toneladas

<b>País</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>
União Europeia	146	150	151	153	154	156
Estados Unidos	93	94	96	97	98	100
Índia	60	64	68	73	76	80
Rússia	30	30	30	30	31	31
China	31	31	30	30	29	29
Brasil	25	24	22	23	22	23
Nova Zelândia	21	21	21	21	22	22
Outros	68	69	68	68	69	70
Total	478	487	488	498	505	513

No Brasil, a bovinocultura leiteira é composta por pequenos, médios e os grandes produtores rurais. Em relação ao agronegócio, a cultura corresponde a 25% do produto nacional. Com toda essa produção, é uma atividade que gera renda, emprego, e várias outras vantagens para o país (ARAÚJO, 2014). Os principais produtores são os estados de Minas Gerais, Rio Grande do



Sul, Goiás, São Paulo, Paraná e Santa Catarina, que juntos, são responsáveis por 81,7% do total de leite produzido no país (EMBRAPA, 2019; JUNIOR e SANTOS, 2013).

## 2.2 Tratamentos de efluentes

No Brasil, segundo a Resolução nº 430 do CONAMA (BRASIL, 2011), o efluente só pode ser liberado em corpos receptores após tratamento caso esteja dentro dos padrões estabelecidos nas legislações (Quadro 1).

Quadro 1. Condições para lançamento de efluente (BRASIL, 2011)

Parâmetros	Limites aceitos
pH	5 a 9
Temperatura	Inferior a 40°C
Materiais sedimentáveis	Até 1 mL/L
Vazão máxima de lançamento	1,5 vez a vazão do período de atividade diária do agente poluidor
Óleos minerais	Até 20 mg/L
Óleos vegetais e gorduras animais	Até 50 mg/L
Materiais flutuantes	Ausente
DBO5	Remoção mínima de 60%; limite de 50 mg/L

DBO5 Demanda bioquímica de oxigênio ao quinto dia

°C Graus Celsius

pH Potencial Hidrogeniônico

% Porcentagem

Mg/L Miligrama por litro

O efluente sem o devido tratamento, causa danos irreversíveis a curto, médio e longo prazo. Havendo o descarte em corpos hídricos, que são utilizados para o abastecimento e consumo da comunidade, têm-se consequências graves, que podem ocasionar doenças como, amebíase, cólera, gastroenterites entre outras. Além disso, no próprio ecossistema podem ocorrer desequilíbrios, o que leva à eutrofização do corpo receptivo e consequente queda nos níveis de oxigênio e posterior mortandade de varias espécies animais e vegetais

(GARBIM, 2017). Existem várias formas de tratar um efluente com os reatores que utilizam microrganismos no processo de tratamento, antes que seja realocado em corpos hídricos, como Filtros Anaeróbios, Reator de Leito Expandido ou Fluidificado, Biodisco Rotatório e o Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente (RAFA ou UASB), que foi utilizado no experimento.

### **2.3 Reatores UASB**

O interesse pelo tratamento anaeróbio de resíduos líquidos e sólidos provenientes da agropecuária e da agroindústria tem aumentado nos últimos anos. Isso se deve por apresentar vantagens significativas quando comparado aos processos comumente utilizados de tratamento aeróbio de águas residuais, ou aos processos convencionais de compostagem aeróbia de resíduos sólidos orgânicos (MORAES e PAULA JÚNIOR, 2004).

Os reatores UASB possuem facilidades operacionais, hidrodinâmica mais eficiente que outros sistemas convencionais e boa adaptação as condições climáticas do Brasil, para diversos efluentes líquidos (BELLI FILHO et al., 2001). Este reator utiliza um processo biológico de tratamento com biomassa dispersa, no qual os compostos orgânicos são biodegradados e digeridos por meio de uma transformação anaeróbia, resultando na produção de biogás e na manutenção de um consórcio de microrganismos (PEREIRA et al., 2004). Utiliza-se o termo reator UASB em série, o sistema é composto por uma série de biorreatores, nos quais no primeiro acontece a hidrólise e contenção parcial da matéria orgânica particulada, sendo que os reatores subsequentes completam a assimilação dos compostos solúveis formados nas primeiras etapas (BOUALLAGUI et al., 2004). Um esquema dos reatores em série pode ser observado na Figura 1.

Todavia, mesmo com tantos benefícios, existem algumas limitações na utilização de reatores UASB. As principais vantagens e desvantagens do uso destes reatores quanto à sua operação e manutenção, estão apresentadas no Quadro 2.

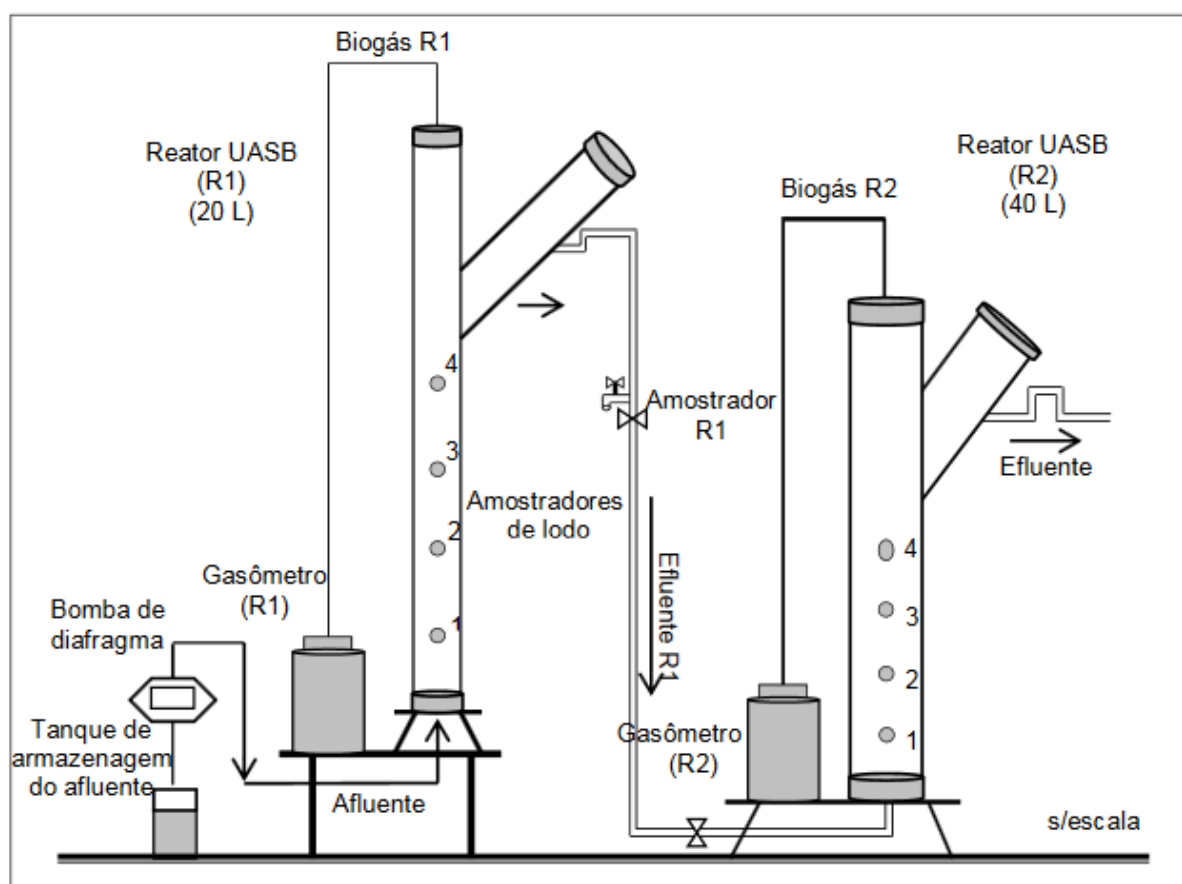


Figura 1. Esquema de instalação dos reatores UASB em serie (GUARIZ, 2014)

Vantagens	Desvantagens
Baixa produção de sólidos, cerca de 5 a 10 vezes inferior a que ocorre nos processos aeróbios.	As bactérias anaeróbias são susceptíveis à inibição por um grande número de compostos.
Baixo consumo de energia. Usualmente associado a uma elevatória de chegada. Isto faz com que os sistemas tenham custos operacionais muito baixos.	A partida do processo pode ser lenta na ausência de lodo de semente adaptado.
Baixa demanda de área.	Alguma forma de pós-tratamento é usualmente necessária.
Produção de metano, um gás combustível de elevado teor calorífico.	A bioquímica e a microbiologia da digestão anaeróbia são complexas e ainda precisam ser estudadas.
Possibilidade de preservação da biomassa, sem alimentação do reator por vários meses.	Possibilidade de geração de efluentes com aspecto desagradável.
Tolerância a elevadas cargas orgânicas.	Possibilidade de geração de maus odores, porém controláveis.

Aplicabilidade em pequena e grande escala.	Remoção de fósforo, nitrogênio e patógenos insatisfatória.
--	--

Quadro 2. Vantagens e desvantagens da utilização de reator UASB (VON SPERLING, 2005)

## 2.4. Qualidade microbiológica da água

A água é essencial e insubstituível para a manutenção da vida. A utilização mundial de água é estimada em cerca de quatro mil quilômetros cúbicos por ano, porém, mais de um bilhão de indivíduos no mundo não tem acesso à água potável para o consumo (LEITÃO, 2010).

Entretanto, a água é essencial desde que esteja dentro dos padrões de qualidade, pois sabe-se que muitas epidemias que acometeram os seres humanos foram causadas por falha em sistemas de distribuição de água. Dependendo da origem e/ou se não for submetida ao devido tratamento, a água pode apresentar organismos patogênicos que podem causar danos à saúde. Observa-se no Quadro 3, o grupo patogênico mais comum que pode ser encontrado no recurso hídrico (YAMAGUCHI et. al., 2013)..

CATEGORIA	Descrição	Espécies e grupo
Bactérias	Organismos microscópicos uninucleares em que falta um núcleo completamente definido	Víbrio cholerae Salmonella Shigella Legionella Campilobacter Yersinia S. typhi Coliformes totais e fecais
Vírus	Grande grupo de agentes infecciosos submicroscópicos (10 a 25nm), envoltos por uma membrana proteica ao redor de um núcleo, onde estão contidas todas as informações para sua reprodução.	Hepatite A Enterovírus Poliovírus Echovírus Coxsackievírus Rotavírus Reovírus Adenovírus Norwalk Astrovírus
Protozoários	Animais unicelulares que se reproduzem por cissiparidade	Giardia lambia Entamoeba histolytica Cryptosporidium

		Naegleria fowleri Isospora
Helmintos	Vermes intestinais e parasitas	Nematoides Schistosoma haematobium
Algas	Certas espécies produzem toxinas que, se consumidas podem ser nocivas	Anabaena flosaquae Microcystis aeruginosa Aphanizomenon

Quadro 3. Grupos patogênicos presentes na água  
(YAMAGUCHI et. al. 2013)

Por esses motivos, temos que nos atentar aos padrões de qualidade para cada tipo de uso da água. A Resolução CONAMA N°357 (BRASIL, 2011), dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais que se enquadram os corpos de água superficiais, estabelecendo as exigências e referências de distribuição de efluentes. Essa resolução é a base primordial para definir a qualidade da água a ser obtida, e como referência para definição da situação atual dos corpos hídricos estudados. Essa resolução, entre outros pontos, define o grau de exigência para tratamento de efluentes e o planejamento do uso de recursos hídricos, criando instrumentos para avaliar a evolução da qualidade das águas e preservar a saúde humana e o equilíbrio ecológico aquático.

Nos Quadros 4 e 5, pode ser observado um resumo da classificação das águas, bem como o padrão de coliformes termotolerantes, que são bactérias gram-negativas, em forma de bacilos, oxidase-negativas, que podem crescer em meios contendo agentes tenso-ativos e fermentar a lactose nas temperaturas de 44° - 45°C, nas classes em que são utilizadas para irrigação. O padrão de coliformes termotolerantes é baseado na contagem do Número Mais Provável (NMP), por isso o resultado é expresso em 100 mL. Ainda, essa legislação estabelece o padrão em 80% ou mais, de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral, para todas as classes (BRASIL, 2011).

Classe	Uso	Padrão coliformes termotolerantes
Classe Especial	abastecimento para consumo humano, com desinfecção	
Classe 1	recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho	até 200 por 100 mL
	irrigação de hortaliças e frutas que são consumidas cruas sem remoção de película	
Classe 2	irrigação de parques, jardins em que o público possa vir a ter contato direto	até 1.000 por 100 mL
	aquicultura e atividade de pesca	
Classe 3	irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras	até 2.500 por 100 mL
	pesca amadora	
	recreação de contato secundário	
Classe 4	navegação e paisagismo	

Quadro 4. Classes de águas doces, respectivo uso e padrão de coliformes termotolerantes.

Classe	Uso	Padrão coliformes termotolerantes
Classe Especial	preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas	
Classe 1	recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho	até 1.000 por 100 mL
	aquicultura e atividade de pesca	
Classe 2	recreação de contato secundário	até 2.500 por 100 mL
	pesca amadora	
Classe 3	navegação e paisagismo	até 4.000 por 100 mL

Quadro 5. Classes de águas salinas ou salobras, respectivo uso e padrão de coliformes termotolerantes.

### 2.4.1 Enterobactérias

As Enterobactérias são microrganismos que pertencem à família Enterobacteriaceae a qual possui mais de 46 gêneros, centenas de espécies e subespécies e milhares de sorotipos. Esses microrganismos são diferenciados por propriedades bioquímicas, estruturas antigênicas e hibridização e também através de sequenciamento de ácidos nucleicos (CARVALHO, 2006).

Embora a grande maioria seja de microrganismos comensais, eles também podem ser patogênicos e se dividirem em patógenos primários ou oportunistas. Os patógenos primários são capazes de sempre causar doenças, tais como *Shigella*, *Salmonella*, *Yersinia*, *Klebsiella pneumoniae* e *Escherichia coli*. Já os patógenos oportunistas, são aqueles que podem causar doenças em determinadas condições ou em alguns hospedeiros, que se encontram com o sistema imunológico comprometido, tais como *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Proteus*, *Serratia*, *Enterobacter*, *Morganella* e *Providencia*. Cerca de 60% das enfermidades

são contraídas pela ingestão de alimentos ou água contaminados por agentes microbiológicos entéricos patogênicos (ALBANO, 2016).

Ainda, dentro desse grupo de enterobactérias, existem microrganismos que são utilizados como indicadores de qualidade, ou seja, havendo a presença desses microrganismos em alimentos, água ou produtos, tem-se uma possível contaminação direta ou indireta. A contaminação por coliformes frequentemente ocorre por falta de boas práticas ou de falha nas condições higiênico-sanitárias durante o processo, produção ou armazenamento de alimentos, água ou produtos (SILVA, 2002). Por esse motivo, é tão importante avaliar a presença desses microrganismos entéricos indicadores em corpos hídricos.

Nessa grande classificação entre microrganismos denominados de coliformes, encontram-se os Coliformes Totais e os Coliformes Termotolerantes (antigamente denominados de coliformes fecais). Os Coliformes Totais são compostos por bactérias dos gêneros *Escherichia*, *Enterobacter*, *Citrobacter* e *Klebsiella*, sendo que destas, apenas a *E. coli* tem como hábitat primário o trato intestinal do homem e animais homeotérmicos. Os demais gêneros, além de serem encontrados nas fezes, também estão presentes em outros ambientes como na vegetação e no solo, e portanto, a presença de coliformes totais em uma determinada amostra não indica, necessariamente, contaminação fecal recente ou ocorrência de enteropatógenos. Já os Coliformes Termotolerantes, envolvem exclusivamente *E.coli*, e informam se houve contaminação fecal (CUNHA, 2006).

Entretanto, ao invés de quantificar Coliformes Totais e Termotolerantes, alguns laboratórios estão enumerando as bactérias pertencentes à família *Enterobacteriaceae* como um todo, isto é, as enterobactérias. Nesse caso, quantifica-se as fermentadoras e não fermentadoras de lactose, pois números falsos podem ser obtidos ao se verificar apenas a presença de microrganismos fermentadores de lactose, quando a população fosse constituída, na sua maioria, por microrganismos não fermentadores, incluindo-se aqui as salmonelas lactose-negativas ou outros fermentadores tardios desses açúcares, que também tem características patogênicas e podem comprometer a saúde de animais e humanos (CUNHA, 2006).

### **2.4.2 Bactérias mesófilas aeróbias e anaeróbias**

Bactérias mesófilas fazem parte de um grande e importante grupo de microrganismos, pois englobam a maioria dos patógenos existentes. Isto porque, embora se proliferem entre 10°C a 45°C, a temperatura ótima de crescimento desses microrganismos é em torno de 36 °C, que é a temperatura de inúmeros hospedeiros animais. Microrganismos mesófilos também são utilizados como indicadores de qualidade, pois, a presença em grande quantidade, pode causar danos à saúde de animais e humanos. Com isso, é possível também avaliar se houveram cuidados no tratamento de diversos produtos. Eles se dividem em aeróbios e anaeróbios pois, enquanto alguns precisam de oxigênio para se multiplicarem, outros são inibidos pela presença desse gás; mas ambos apresentam a mesma característica de temperatura de crescimento, potencial de patogenicidade e indicador de qualidade. (SILVA, 2002)

## **3. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **3.1 Coletas das Amostras**

As amostras foram provenientes de efluente de bovinocultura leiteira e foram coletadas em frascos do tipo Falcon esterilizados, com volume de 50 mL, durante um experimento que ocorreu paralelamente às análises, no Departamento de Engenharia Rural, da FCAV- UNESP de Jaboticabal. Foram avaliadas um total de 3 amostras com o seguinte delineamento experimental:

- A1, afluente do reator anaeróbio UASB 1;
- A2, efluente do reator UASB1 e afluente do reator anaeróbio USAB 2;
- A3, efluente do reator anaeróbio USAB 2.

Logo após a coleta, as amostras foram encaminhadas, em caixas de isopor, para o Laboratório de Microbiologia do Departamento de Patologia Veterinária, a menos de 5 minutos do local da coleta. Então, já foram diluídas, inoculadas e incubadas, para contagem de enterobactérias, mesófilas aeróbias e mesófilas anaeróbias totais.

### **3.2 Análises Microbiológicas**

A quantificação das enterobactérias, mesófilas aeróbias e anaeróbias foi realizada através da técnica de plaqueamento em superfície. Nesta técnica, cada amostra foi diluída em até 5 vezes em caldo peptonado na proporção 1:10, e a partir de cada diluição, foi utilizado



0,1 mL como inóculo em placas com o meio de cultura Mac Conkey, para enterobactérias; e Plate Count Agar (PCA), em duplicata, para aeróbias e anaeróbias. O inóculo foi homogeneizado com auxílio de alça de Drigalski e então, as placas foram incubadas diretamente em estufas e em jarras de anaerobiose, no caso das anaeróbias, contendo gerador GasPack, a 37°C por 24h. Após esse período, foi realizada a contagem de Unidades Formadoras de Colônia (UFC) (VANDERZANT; SPLITTSTOESSER, 1992).

#### **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Como pode ser observado na Tabela 2, houve redução da população de todos os microrganismos analisados em todas as amostras. Isso mostra que, além de reduzir matéria orgânica, os reatores UASB são eficientes na redução dos microrganismos presentes (NETO e OLIVEIRA, 2009). Os reatores anaeróbios conseguem essa melhora na qualidade dos rejeitos/dejetos através da fermentação realizada por microrganismos que se proliferam em ambientes anaeróbios causando a degradação dos dejetos, resultando assim em um material estável e com menor população de organismos patogênicos (DIESEL et al., 2002).

Ainda, pode ser evidenciado que na população de enterobactérias, embora tenha havido redução após o tratamento anaeróbio, uma redução expressiva foi observada entre A2 e A3, indicando a importância da configuração dos reatores UASB em série. As enterobactérias precisam de maior carga orgânica para se manterem no ambiente, no caso do experimento, no efluente e, quando a carga orgânica é removida através do reator, ocorre a consequente redução significativa das enterobactérias (CAMMAROTA, 2013).

Em relação às bactérias mesófilas anaeróbias e aeróbias, pode ser observado redução entre A1 e A3, entretanto, a população se manteve constante entre A2 e A3 (Tabela 2). Entre os microrganismos mesófilos estão presentes os esporulados, isso pode justificar a redução menos acentuada quando comparado às enterobactérias, uma vez que os esporos são estruturas de resistência que permitem os microrganismos sobreviverem no ambiente em condições adversas por anos (PIRES, 2011/2).

Tabela 2. População de enterobactérias e microrganismos mesófilos aeróbios e anaeróbios totais em efluentes de bovinocultura leiteira tratados por reatores UASB em série.

<b>Amostras</b>	<b>Enterobactérias(UFC/ml)</b>	<b>Mesófilas aeróbias(UFC/ml)</b>	<b>Mesófilas anaeróbias(UFC/ml)</b>
A1	$4,6 \times 10^6$	$1,6 \times 10^7$	$3,0 \times 10^6$
A2	$1,5 \times 10^5$	$3,0 \times 10^5$	$7,0 \times 10^5$
A3	$3,0 \times 10^2$	$3,3 \times 10^5$	$3,0 \times 10^5$

A1-antes do reator anaeróbio UASB 1

A2-após UASB1 e antes do reator anaeróbio USAB 2

A3- após o reator anaeróbio USAB 2

UFC/mL- unidade formadora de colônia por mililitro

Outro fator interessante é que a população de enterobactérias foi reduzida a  $3,0 \times 10^2$  UFC/mL, concentração que a classifica como aceitável, no ponto de vista microbiológico, para utilização como algumas classes de água de acordo com CONAMA (Brasil, 2011). A Organização Mundial de Saúde (OMS) apresenta diretrizes sobre o uso de águas residuais tratadas, com a finalidade de reuso na irrigação, piscicultura ou para ser reinserido em um corpo hídrico como efluente tratado dentro dos padrões aceitáveis. De acordo com essa legislação mundial, a contagem permitida de coliformes totais é de  $\leq 10^3$  por 100ml (WHO, 2006). No Brasil, a resolução Conama nº357 (Brasil, 2011) determina padrões a serem seguidos referentes à presença de coliformes termotolerantes, e, para águas doces utilizadas para irrigação de contato primário, classe em que a exigência de qualidade microbiológica é mais acentuada, o padrão é de 200 coliformes termotolerantes em 100mL. Quando menor a chance de contato com animais e humanos, esse padrão aumenta, o que torna a água tratada do presente estudo dentro das classificações aceitáveis.

Embora não exista padrão para mesófilos aeróbios ou anaeróbios totais em água, o presente trabalho avaliou esses microrganismos pois são indicadores de qualidade em diversos produtos utilizados e consumidos por seres humanos, desde cosméticos à alimentos. Segundo a ICMSF (International Commission on Microbiological Specifications for Foods), os mesófilos são microrganismos indicadores que não oferecem riscos à saúde (juntamente com psicrotróficos, termófilos, bolores e leveduras), mas que indicam a qualidade do processamento. Poranto, nesse trabalho, embora não possamos classificar a aceitação da água baseado nesses grupo de microrganismos, podemos notar uma redução entre os reatores mesmo se tratando da possível presença de microrganismos esporulados (ICMSF, 1994).

## **5 CONCLUSÃO**

Com o resultado desse trabalho foi possível evidenciar que o tratamento com reatores UASB em série afetou positivamente a qualidade da água, reduzindo o número de microrganismos totais no efluente de bovinocultura leiteira, permitindo assim o seu reuso na agricultura.

## REFERÊNCIAS

ALBANO, Mariana. **Atividade antibacteriana, sinergismo e capacidade inibidora de produção de enterotoxinas de compostos fenólicos presentes em óleos essenciais sobre linhagens bacterianas com destaque para *Staphylococcus aureus***. 2016. Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2016.

ARAÚJO, Alcione Lino de. **Inovações nos laticínios de pequeno e médio porte na região dos Campos Gerais. 2014**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná Campus Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2014.

AZEVEDO, L. P.; OLIVEIRA, E. L. Efeitos da aplicação de efluente de tratamento de esgoto na fertilidade do solo e produtividade de pepino sob irrigação subsuperficial. 2005. **Revista Engenharia Agrícola**, v.25, n.1, p. 35-45, 2005.

BELLI FILHO, P.; CASTILHOS JÚNIOR, A. B.; COSTA, R. H. R.; SOARES, S. R.; PERDOMO, C. C. Tecnologias para o tratamento de dejetos de suínos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.5, n.1, p.166-170, 2001.

BOUALLAGUI, H.; HAOUARI, O.; TOUHAMI, Y.; CHEIKH, R.B.; MAROUANI, L.; HAMDI, M. Effectoftemperatureonthe performance ofananaerobic tubular reactortreatingfruitandvegetablewaste. *ProcessBiochemistry*, **Riekmansworth**, v.39, n.12, p.2.143-2.148, 2004.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. (2011) Resolução CONAMA nº 430, de 13 de Maio de 2011. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

COSTA, E. S. ; BARBOSA FILHO, O. ; GIORDANO, G. . Reatores anaeróbios de manta de lodo (UASB): uma abordagem concisa. 1. ed. Rio de Janeiro - RJ: FEN / UERJ, 2014. v. 1. 121p

CUNHA, M. A. DA; SILVA, M. R. e. Métodos de detecção de microrganismos indicadores. **Saúde & Ambiente em Revista**, v.1, n.1, p.09-13, Duque de Caxias, 2006.

DIESEL, R.; MIRANDA, C. R.; PERDOMO, C. C.. Coletânea de tecnologias sobre dejetos de suínos. Concórdia: EMBRAPA - CNPSA /EMATER/RS, 2002. 30 p. EMBRAPA. Embrapa suínos e aves. 1996. Disponível em: Acesso em: 16 Maio, 2020.

EMBRAPA 2019 - SISTEMAS DE PRODUÇÃO – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA SISTEMAS DE PRODUÇÃO Disponível em <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/>. Acesso em 20 de maio de 2020.

GOMES, CARLA CATIÚSCA FERREIRA E RODRIGUES, ROSÂNGELA GOMES. **A importância do controle higiênico-sanitário para a obtenção de alimentos seguros**. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, Ceará, 2016.

ICMSF (INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATIONS FOR FOODS). Microrganismos de los alimentos. 1. Técnicas de análisis microbiológico. Zaragoza: Acribia. 1994. 804p.

NETO, M. S. DE A., OLIVEIRA, R. A. DE. Remoção de matéria orgânica, de nutrientes e de coliformes no processo anaeróbio em dois estágios (reator compartimentado seguido de reator UASB) para o tratamento de águas residuárias de suinocultura. **Engenharia Agrícola**, v.29, n. 1, Jaboticabal, 2009.

FAO, 2008. Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura

CAMMAROTA, Magali Christe. **EQB-365 BIOTECNOLOGIA AMBIENTAL. 2013**. Universidade Federal do Rio de Janeiro Escola de Química. Rio de Janeiro, 2013.

CARVALHO, Fátima Cristiane Teles de. **INFLUÊNCIAS EXÓGENAS NA QUALIDADE BACTERIOLÓGICA DA ÁGUA, SOLO E CAMARÃO (*Litopenaeus vannamei*), EM QUATRO FAZENDAS DE CAMARÃO DO ESTADO DO CEARÁ. 2006.** Universidade Federal Do Ceará Instituto De Ciências Do Mar- Labomar Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais. Fortaleza, 2006

GARBIM, Beatriz Gatti. **Tratamentos de efluente industrial com elevada carga orgânica.** 2017. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2017

GUARIZ, CÍNTIA SOBUE LORENZON . **Desempenho de reatores UASB em série no tratamento de águas residuárias de atividades agropecuárias.** Jaboticabal, 2014

JUNIOR M. G. N., SANTOS, E. Ba. Evolução da produção leiteira do Brasil. **Revista Veterinária e Zootecnia**, v. 20, n. 2, Supl1, p. 216-217, 2013.

METCALF E EDDY. Wastewater engineering: treatment and reuse. **McGraw Hill**, 4ª ed, 2003.

MORAES, L. M.; PAULA JÚNIOR, D. R. Avaliação da biodegradabilidade anaeróbia de resíduos da bovinocultura e da suinocultura. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.24, n.2, p.445-454, 2004.

OLIVEIRA, D. D. et al. Salmonela em ovos comerciais: ocorrência, condições de armazenamento e desinfecção da casca. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 52, n. 6, p. 655-661, 2000.

OLIVO, A. M. E ISHIKI, H.M. 2015. Brasil frente à escassez de água. Disponível em 13 de maio 2020. <http://revistas.unoeste.br/index.php/ch/article/view/1206> Acessado em 13 maio, 2020

PAULO, F; DOMINGUES, H. L., Manejo Sanitário Animal. **Epub**, Rio de Janeiro, v.5, p. 59-75, 2001.

PEREIRA-RAMIREZ, O.; Quadro, M. S.; ANTUNES, R. M.; KOETZ, P. R., Influência da recirculação e da alcalinidade no desempenho de um reator UASB no tratamento de efluente de suinocultura. **Revista Brasileira de Agrociência**, Campina Grande, v.10, n.1, p.103-110, 2004.

PIRES, Carlos Eduardo de Toledo. **Principais Bactérias Presentes em doenças transmitidas por Alimentos (DTAs)**. 2011/2. Universidade Federal do Rio Grande do Sul Faculdade de Veterinária. Porto Alegre, 2011/2.

LEITÃO, Carlos Alberto Penner. **Produtores de Agua e Floresta**. 2010. Universidade Cândido Mendes pós-graduação “latu sensu” instituto a vez do mestre. Rio de Janeiro, 2010.

SILVA, L. L. FEITOSA, H. DE. O., CARVALHO, C. C. DE., SOUZA, R. DA. P. F. DE., FEITOSA, S. DE. O., ALCÂNTARA, P. F. Produção da pimenta tekila bode vermelha irrigada com efluente tratado sob diferentes concentrações. **Revista Agrovet**, v.36, n.1, p.9-17, 2015.

SILVA, Maria Cecília. **Avaliação da qualidade microbiológica de alimentos com utilização de metodologias convencionais e do simPlate**. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba, São Paulo, 2002.

USDA 2019 - UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE  
Disponível em: <http://www.usda.gov>. Acesso em 20 de maio de 2020.

VANDERZANT, C., SPLITTSTOESSER, D.F. Compendium for the microbiological examination of foods. 3 ed. Washington: **American Public Health Association**, 1992.

VILLA-MONTOYA A. C., MAZARELI R. C. S., SILVA D. C., OLIVEIRA R. A., LEITE V. D., 2017. **Dairy manure wastewater in serial UASB reactors for energy recovery and potential effluent reuse**. Brazilian Journal of Chemical Engineering 34, 971-983.

VON SPERLING, M. Princípios básicos do Tratamento de Esgotos. Belo Horizonte: **DESA/UFMG**, v. 2, 2005. p.211.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater. V. 3: Wastewater and excreta use in aquaculture. Geneva: WHO. 2006b. 149p. Disponível em <[www.who. int/water\\_sanitation\\_health/wastewater/](http://www.who.int/water_sanitation_health/wastewater/)> Acesso em 18 de Maio de 2020.

YAMAGUCHI, M. U., CORTEZ, L. E. R., OTTONI, L. C. C., OYAMA, J. Qualidade microbiológica da água para consumo humano em instituição de ensino de Maringá-PR. **O mundo da Saúde**. São Paulo., p. 313-315. 2013.



### **TERMO DE ORIGINALIDADE**

Eu, Ivameire Rodrigues de Souza, RG 41.350.996-5 SSP/SP, CPF 353.747748-16, aluna regularmente matriculada no **Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental**, da Faculdade de Tecnologia Nilo De Stéfani de Jaboticabal (Fatec-JB), declaro que meu trabalho de graduação intitulado **Quantificação de enterobactérias totais e microrganismos mesófilos aeróbios e anaeróbios em resíduo de bovinocultura leiteira tratados em reatores UASB em série. É Original.**

Declaro que recebi orientação sobre as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), que tenho conhecimento sobre as Normas do Trabalho de Graduação da Fatec-JB e que fui orientado sobre a questão do plágio.

Portanto, estou ciente das consequências legais cabíveis em caso de detectado PLÁGIO (Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, que altera, atualiza e consolida a legislação sobre direitos autorais, publicada no D.O.U. de 20 de fevereiro de 1998, Seção I, pág. 3) e assumo integralmente quaisquer tipos de consequências, em quaisquer âmbitos, oriundas de meu Trabalho de Graduação, objeto desse termo de originalidade.

Jaboticabal/SP, 17 de Julho de 2020.