



GUILHERME PIRES BERGMANN FLOREZ

**AVALIAÇÃO DO PROCESSO FENTON NA REMOÇÃO DE COLIFORMES
TERMOTOLERANTES DE RESÍDUOS LÍQUIDOS DE BOVINOCULTURA DE LEITE**

**INCONFIDENTES –MG
2018**

GUILHERME PIRES BERGMANN FLOREZ

**AVALIAÇÃO DO PROCESSO FENTON NA REMOÇÃO DE COLIFORMES
TERMOTOLERANTES DE RESÍDUOS LÍQUIDOS DE BOVINOCULTURA DE LEITE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como pré-requisito de conclusão do curso de Graduação Tecnológica em Gestão Ambiental no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Campus Inconfidentes, para obtenção do título de Tecnólogo em Gestão Ambiental.

Orientador: Msc. Taciano Benedito Fernandes

**INCONFIDENTES – MG
2018**

GUILHERME PIRES BERGMANN FLOREZ

**AVALIAÇÃO DO PROCESSO FENTON NA REMOÇÃO DE COLIFORMES
TERMOTOLERANTES DE RESÍDUOS LÍQUIDOS DE BOVINOCULTURA DE LEITE**

Data de aprovação: _____ de _____ de 2018.

**Orientador: Msc. Taciano Benedito Fernandes
IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes**

**Membro 1: Msc. Eduardo de Oliveira Rodrigues
IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes**

**Membro 2: Deyse do Valle Rodrigues Neves
IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes**

**INCONFIDENTES – MG
2018**

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que, de alguma forma, fizeram parte da caminhada que resultou neste momento, pela paciência, atenção e dedicação que a mim foi dada durante todos os ciclos.

RESUMO

Os laticínios, no Brasil, podem ser considerados um dos empreendimentos mais poluentes, devido à alta carga de poluentes e por possuir diferentes concentrações e substâncias em seus resíduos líquidos como detergentes, lubrificantes, graxas e nutrientes que se lançados diretamente no corpo d'água sem os devidos tratamentos ocasionam graves problemas ambientais. Um dos problemas mais graves está relacionado à quantidade de coliformes termotolerantes que se encontra ligada à quantidade de sólidos suspensos e sedimentáveis presentes nos resíduos líquidos oriundos do processamento de leite de derivados lácteos. O tratamento de resíduos líquidos é uma das mais importantes questões ambientais a ser considerada nesta atividade para adequar os resíduos aos padrões de lançamento estabelecidos pela legislação em vigor. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência da concentração de FeSO_4 no processo Fenton para a remoção de coliformes termotolerantes em resíduos líquidos de lavagem de bovinocultura de leite do IFSULDEMINAS – *Campus Inconfidentes*. Foram utilizadas duas concentrações: 4,85 mMol/L e 2,43 mMol/L e manteve-se fixa a concentração de H_2O_2 em, aproximadamente, 0,16 Mol/L. Os resultados alcançados foram satisfatórios em todas as concentrações utilizadas. Os resultados obtidos mostram que as concentrações utilizadas foram eficientes na remoção de, no mínimo, 99% dos coliformes termotolerantes.

Palavras-chave: Processos Oxidativos Avançados, Águas residuárias, Fenton, Coliformes Termotolerantes.

ABSTRACT

Dairy products in Brazil can be considered one of the most polluting enterprises due to the high load of pollutants and to have different concentrations and substances in their liquid residues like detergents, lubricants, greases and nutrients that are released directly into the body of water without the proper treatments cause serious environmental problems. One of the most serious problems is related to the amount of thermotolerant coliforms that is linked to the amount of suspended and sedimentable solids present in the liquid residues resulting from the milk processing of dairy products. The treatment of liquid wastes is one of the most important environmental issues to be considered in this activity to adapt the waste to the standards of launch established by the legislation in force. The objective of this work was to evaluate the influence of the FeSO_4 concentration in the Fenton process for the removal of thermotolerant coliforms in liquid residues from the milkwine washing of IFSULDEMINAS - Campus Inconfidentes. Two concentrations were used: 4.85 mMol /L and 2.43 mMol /L and the H_2O_2 concentration was kept fixed at approximately 0.16 Mol /L. The results achieved were satisfactory at all concentrations used. The results show that the concentrations used were efficient in the removal of at least 99% of thermotolerant coliforms.

Keywords: Advanced Oxidative Processes, Wastewater, Fenton, Thermotolerant Coliforms.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	7
1.1.	OBJETIVO GERAL.....	8
1.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	8
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	9
2.1.	CONSUMO E PRODUÇÃO DE LEITE	9
2.2.	EFLUENTE PROVENIENTE DAS ATIVIDADES DA BOVINOCULTURA	9
2.2.1.	Processos oxidativos avançados (POA's)	9
2.2.2.	Processo Fenton.....	10
2.2.3.	Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG n° 01, 05/05/2008	11
3.	MATERIAL E MÉTODOS.....	12
3.1.	COLETA E CARACTERÍSTICAS DOS RESÍDUOS LÍQUIDOS	12
3.2.	PROCESSO FENTON	13
4.	RESULTADOS E DISCUSSÕES	16
5.	CONCLUSÃO	18
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	19
	REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO	20

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, o maior produtor de leite é o estado de Minas Gerais com produção estimada em 30% do total nacional, o que corresponde a cerca de 5 bilhões de litros por ano segundo Campos et al. (2004).

A pecuária leiteira é uma das principais atividades do agronegócio brasileiro, desempenhando uma função relevante no desenvolvimento econômico e social do país (PALENCIA, 2016).

O setor de bovinocultura de leite no IFSULDEMINAS- *Campus* Inconfidentes inaugurada em 1988, tem uma grande relevância para a instituição. Responsável por abastecer de matéria-prima o setor de Laticínios, é também um laboratório a céu aberto onde são ministradas aulas quanto aos processos de criação do gado, alimentação, ordenha mecanizada, etc.

No local são gerados cerca de 4 mil litros de água residuária por dia nos processos de lavagem. A área de espera para ordenha, bem como o local de ordenha e a espera para retorno ao estábulo são cimentados e possuem desnível que favorecem o escoamento da lavagem para a rede coletora, que conduz todo efluente para Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) passando por uma caixa de verificação

A crescente geração de efluentes, que traz acúmulo de poluição ao meio ambiente, e o recente aumento dos casos críticos que envolvem os recursos hídricos, demandam alternativas, que vem sendo buscadas para otimizar os processos que a envolvem, e a sustentabilidade no seus diversos usos.

Geralmente, estes efluentes são compostos por urina, dejetos, detergentes utilizados na limpeza, água de lavagem e restos de alimentos.

Quando o lançamento desses resíduos for inadequado, ocasionará agravantes como eutrofização de corpos d'água, propagação de vetores, contaminação do lençol freático, contaminações por agentes físicos, biológicos e químicos.

Os dejetos bovinos podem ser manejado de diversas formas, visando minimizar sua carga poluidora e impacto ambiental. Sendo um dos materiais com maior potencial de uso como fertilizante agrícola, também temos o sistema de lagoas anaeróbias e lagoas facultativas que agem reduzindo a demanda biológica de oxigênio, por exemplo (RANZI, 2004)

No presente estudo, buscou-se formas alternativas e rentáveis de tratamento de efluente bovino gerado na lavagem da baía, tendo como campo de pesquisa o setor de bovinocultura de

leite do IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes, analisando a eficiência na oxidação da matéria orgânica por processo oxidativo avançado Fenton, e avaliando em escala laboratorial o respectivo efeito no número de coliformes termotolerantes presentes.

Na concepção atual de sustentabilidade, o ensaio ilustrou a aplicação em escala laboratorial deste método alternativo no tratamento de efluentes dessa característica. O oxidante utilizado possui uma das melhores respostas, e maior impactos positivos no processo.

Uma nova forma de tratamento que vem se mostrando promissora é o Processo Oxidativo Avançado, POA's, que é identificado pelo uso de substâncias altamente reativas como peróxido de hidrogênio e sulfato de ferro dentre outras combinações com efeito degradante à compostos orgânicos. Assim sendo, este estudo avaliou a influência de duas concentrações de sulfato de ferro no processo oxidativo avançado para a remoção de coliformes termotolerantes.

1.1. OBJETIVO GERAL

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência da concentração de FeSO_4 no processo Fenton para a remoção de coliformes termotolerantes em resíduos líquidos de lavagem de bovinocultura de leite do IFSULDEMINAS – *Campus* Inconfidentes.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar a influência da concentração 4.85 mMol /L e 2.43 mMol /L de FeSO_4 no processo Fenton para a remoção dos coliformes termotolerantes.
- Verificar a eficiência do Fenton na remoção de coliformes termotolerantes do resíduo líquido da bovinocultura de leite do IFSULDEMINAS – *Campus* Inconfidentes.
- Comparar os resultados das análises com os padrões estabelecidos na Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG N°1 de 05/05/2008.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. CONSUMO E PRODUÇÃO DE LEITE

A produção de leite de vaca no Brasil cresceu a uma taxa relativamente constante desde 1974 até os dias atuais. Segundo Maia (2013), o país saiu do patamar de 7,1 bilhões de litros de leite produzidos naquele ano, alcançando o de 32,1 bilhões de litros de leite em 2011 (crescimento superior a 350% no período).

2.2. EFLUENTE PROVENIENTE DAS ATIVIDADES DA BOVINOCULTURA

Isso também significa um aumento na produção de dejetos e produção de efluentes, que se erroneamente descartados podem desestabilizar toda a biota ao seu redor, bem como as adjacências quando carregados por rios.

Alternativas para o tratamento desses efluentes vem sendo propostas como maneira de minimizar a ocorrência de casos de poluição, pontual e difusa, por este tipo de material. Além de aumentar a quantidade de matéria orgânica disposta, propiciando eutrofização, muitos patógenos estão diluídos nessa mistura.

Uma vez que a ordenha é realizada de forma automatizada, os resíduos provenientes do setor são gerados na espera, durante a ordenha e após a mesma realizada até o momento de retorno às baias. São eles: urina, dejetos, detergentes utilizados na limpeza, água de lavagem e restos de alimentos, por exemplo.

Os resíduos sólidos e líquidos nos confinamentos animais, variam de 9% a 12% do peso vivo do animal por dia, e neste mesmo período é gasto 50 litros de água quando não houver uma gestão do uso hídrico segundo Silva et al. (2010). O que torna crucial a implementação de técnicas para o tratamento de resíduos bovinos.

2.2.1. Processos oxidativos avançados (POA's)

Os POA's são baseados na geração dos radicais livres, mais específico o radical hidroxila ($\cdot\text{OH}$), que possui um alto poder oxidante e grande potencial de promover degradação de vários poluentes em fração de segundos devido a rapidez da reação do radical hidroxila nos compostos orgânicos. Tem diferentes formas de acontecimento podendo ser por adição de dupla ligação ou simplesmente por abstração do átomo de hidrogênio em moléculas orgânicas alifáticas (FIOREZE; SANTOS; SCHMACHTENBERG, 2014).

2.2.2. Processo Fenton

Dentre as diversas formas de oxidação avançada, temos destaque no processo Fenton. Descrito em 1884 por Henry John Horstman Fenton, o processo foi observado na oxidação do ácido tartárico pela ativação que o peróxido de hidrogênio sofre por íons férricos (GAMA, 2012).

Na reação Fenton, o Fe^{2+} acidifica o meio e assim aumenta a velocidade de reação do H_2O_2 , gerando radical hidroxila que é extremamente reativo e capaz de oxidar significativa quantidade de material orgânico presente nos resíduos líquidos, em intervalo de minutos, tornando-o atrativo à remediação de efluentes (TEIXEIRA, 2004).

Dentre os processos oxidativos, o que atualmente tem sido muito empregado devido seu menor custo e simplicidade é o processo Fenton, além de não produzir compostos tóxicos durante sua reação. (RAGASSON, 2013).

Segundo Bidga (1995) citado por Lange et al. (2006), o processo é composto por quatro estágios, que são:

- 1° - ajuste de pH: a faixa de pH ideal é entre 3,0 e 4,0. Para valores de pH elevados ocorre a precipitação do Fe^{2+} .
- 2° - neutralização e coagulação: processada em um reator não pressurizado e com agitação. É feita a adição do sulfato ferroso e peróxido de hidrogênio.
- 3° - neutralização e coagulação: deve ser feito um ajuste de pH na faixa do 6,0 a 9,0 para precipitar hidróxido de ferro, o que pode ser feito com a adição de cal. Uma vantagem dessa etapa é a possibilidade de remoção de outros metais pesados por precipitação
- 4° - precipitação: o hidróxido de ferro e alguns metais pesados precipitam e podem ser removidos da solução.

A reação Fenton possui diversas funções no tratamento do resíduo dependendo da relação $\text{H}_2\text{O}_2/\text{Fe}^{2+}$. Já o Fe^{2+} com quantidade mais excede o H_2O_2 no tratamento tendendo a apresentar um efeito de coagulação química. As diferentes quantias de reagentes variam de acordo com o resíduo a ser tratado.

Uma das limitações do processo Fenton, segundo Ragasson (2013) é a estreita faixa de pH de maior eficiência de reação. Embora apresente maior eficiência em valores de pH entre 2,5 e 3,0, a viabilidade da reação ainda pode ser observada em valores de pH próximos a 5,0 ou maiores.

Sua reação se dá segundo Fenton (1884), da seguinte forma:



2.2.3. Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG n° 01, 05/05/2008

No estado de Minas Gerais, a legislação pertinente ao lançamento de águas residuais em corpos d'água é a Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG n° 01, de 05 de Maio de 2008, que dispõe sobre a classificação dos corpos d'água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de águas residuais, e dá outras providências (COPAM, 2008).

De acordo com o Artigo 3° as águas doces estaduais são classificadas, segundo a qualidade requerida para os seus usos preponderantes e as condições ambientais dos corpos de água, em cinco classes de qualidade e enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas Classe II, exceto se as condições de qualidade atuais forem melhores, o que determinará a aplicação da classe mais rigorosa correspondente”.

De acordo com o Artigo 4°, na Classe II as águas podem ser destinadas:

- a) Ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;
- b) À proteção das comunidades aquáticas;
- c) À recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA no 274, de 29 de novembro de 2000.
- d) À irrigação de hortaliças, plantas frutíferas de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e) à aquicultura e à atividade de pesca.

Conforme declarado no Artigo 14, estão descritos as condições e padrões estabelecidos pela Deliberação Normativa de acordo com os parâmetros analisados:

- Coliformes termotolerantes: para uso de recreação de contato primário deverá ser obedecida a Resolução CONAMA n° 274, de 29 de novembro 2000. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 (seis) amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A *E.coli* poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com os mesmos limites.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. COLETA E CARACTERÍSTICAS DOS RESÍDUOS LÍQUIDOS

O resíduo líquido utilizado nos processos foram provenientes da bovinocultura de leite do IFSULDEMINAS - *Campus* Inconfidentes localizada às margens da Rodovia MG 290, altura do KM 56. O resíduo foi coletado às 5:25 AM, e corresponde à primeira etapa de lavagem das baias de ordenha, que consiste na limpeza superficial dos resíduos utilizando jatos d'água. Este foi coletado na caixa de esgoto do setor logo após a lavagem da sala de ordenha, sem a presença de compostos sanitizantes e surfactantes (Figura 01).



Figura 01: Caixa de coleta de esgoto do setor de bovinocultura de leite do IFSULDEMINAS - *Campus* Inconfidentes. Fonte: Elaboração própria, 2018.

Também foram realizados dois controles para verificar a característica do resíduo e o nível de contaminação, discriminados na Tabela 01.

Tabela 01: Discriminação dos controles realizados

Controle	Composição	NMP
RB	1000 ml de Resíduo Bruto	1100
RB + H ₂ O _(d)	995 ml de Resíduo Bruto + 5 ml de H ₂ O _(d)	1100

Fonte: Elaboração própria, 2018.

Na Figuras 02, 03, 04, 05 é possível visualizar algumas áreas da bovino de leite e a lavagem das mesmas.



Figura 02: Sala de espera. Fonte: Elaboração própria, 2018.



Figura 03: Sala de ordenha. Fonte: Elaboração própria, 2018.



Figura 04: Curral de espera. Fonte: Elaboração própria, 2018.



Figura 05: Sala de ordenha em processo de lavagem. Fonte: Elaboração própria, 2018.

3.2. PROCESSO FENTON

Para realização do processo Fenton, foi utilizada uma proveta de 1000 ml onde foram medidos 995 ml do resíduo bruto homogeneizado. O resíduo medido foi transferido para um bécker de 1000 ml e levado ao agitador magnético. Em seguida, foi adicionado a massa de 1,349 g de sulfato de ferro, concentração 1, C1, onde permaneceu sob agitação por 1 minuto, após esse

tempo acresceu-se 5 ml de peróxido de hidrogênio a 35% e agitou-se por mais 1 minuto, Figura 6. Este processo repetiu-se para a concentração, C2, onde a massa de sulfato de ferro foi de 0,675g.



Figura 06: Agitação no processo oxidativo avançado concentração 1.

Fonte: Elaboração própria, 2018.

Os tratamentos utilizados podem ser visualizados na Tabela 02.

Tabela 02: Discriminação dos tratamentos realizados

Tratamento	Discriminação	Concentração		
		RB (ml)	FeSO ₄ (mMol/L)	H ₂ O ₂ (Mol/L)
C1	Concentração 1	995	4,85	0,16
C2	Concentração 2	995	2,43	0,16
T1	Teste 1	995	0	0,16
TC1	Teste 2	995	4,85	0
TC2	Teste 3	995	2,43	0

Fonte: Elaboração própria, 2018.

Todos os tratamentos foram realizados em triplicata. E seguiu-se o mesmo procedimento para os controles.

Após agitação, os tratamentos permaneceram em repouso pelo período de uma hora para, então, proceder-se à enumeração do número mais provável de coliformes termotolerantes. Este período tornou-se necessário para a decantação dos sólidos presentes no resíduo, uma vez que não seria possível a realização do número mais provável devido à presença de sólidos.

Na Figura 07 é possível visualizar a disposição de todos os tratamentos.

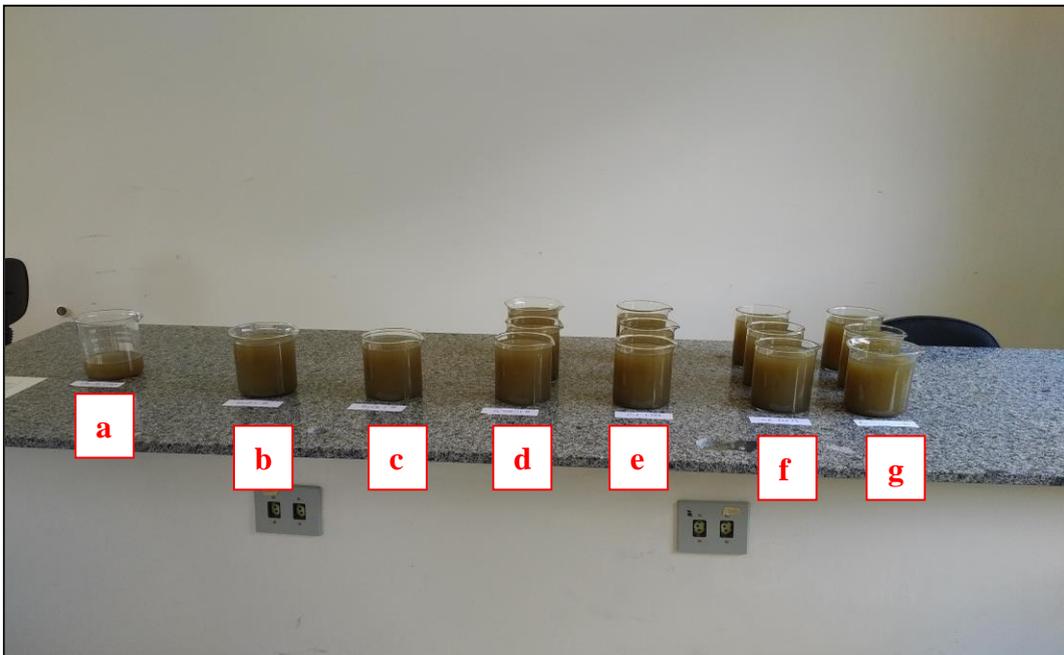


Figura 07: Disposição dos tratamentos. (a) RB, (b) RBH_2O_2 , (c) T1, (d) TC1, (e) TC2, (f) C1 e (g) C2. Fonte: Elaboração própria, 2018.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para melhor visualização, os resultados foram dispostos Figura 08. Devido à falta de estudos envolvendo Fenton em efluente de bovinocultura de leite se tratando de remoção de coliformes, o presente trabalho ficou restrito apenas à apresentação dos próprios resultados obtidos, uma vez que não foi possível o levantamento bibliográfico referente à eficiência do tratamento e interação do Sulfato de Ferro com a matéria orgânica.

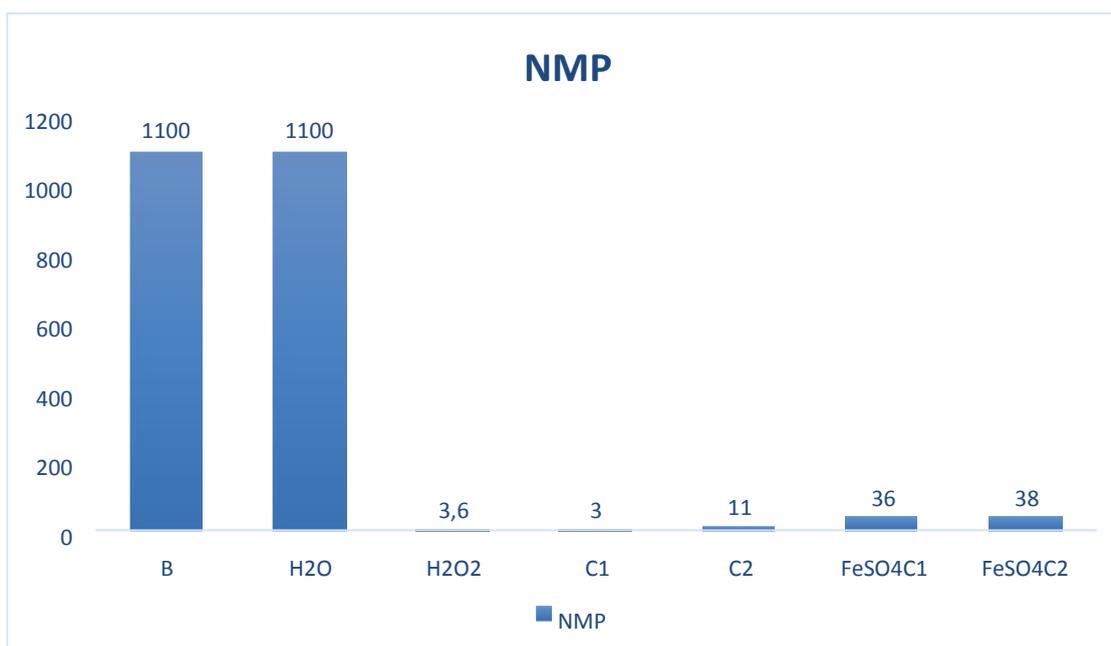


Figura 08: Desempenho das concentrações no processo Fenton. Fonte: Elaboração própria, 2018.

De acordo com a Figura 08 os resultados mostram, de acordo com a Tabela 02.

Tabela 02: Eficiência de remoção dos coliformes

	Amostras				
	H2O2	C1	C2	FeSO4 C1	FeSO4 C2
Eficiência de remoção (%)	99,67	99,72	99	96,72	96,54

Fonte: Elaboração própria, 2018.

Seibert (2012) ao estudar a combinação de UV/H₂O₂ em um sistema envolvendo processos oxidativos avançados para tratamento de efluentes residenciais para fins de reuso encontrou

resultado próximo de remoção de coliformes termotolerantes, 1,8 NMP/100 ml de água de lavagem de roupas.

Segundo Polezi (2003) foi encontrado ausência de coliformes termotolerantes ao aplicar processo oxidativo avançado H_2O_2/UV no efluente de uma ETE para fins de reuso.

Para Vargas (2008) a remoção de coliformes totais dá-se pelo fato de o peróxido de hidrogênio ser tóxico para estes microrganismos nas concentrações estudadas de 50 a 470 mg/L.

5. CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos neste trabalho mostram que o uso apenas da C2 é suficiente para remoção de coliformes em caso de tratamento, possibilitando a economia de materiais.

A remoção de coliformes termotolerantes do resíduo líquido da bovinocultura de leite do IFSULDEMINAS – *Campus* Inconfidentes foi satisfativa, tendo no mínimo 99% de eficiência.

Os padrões estabelecidos na Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG N°1 de 05/05/2008 foram atendidos para a devolução de águas residuária ao corpo hídrico.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Somente o uso do FeSO_4 e de H_2O_2 , apesar de atender a normativa e seus parâmetros, torna-se inviável uma vez que há remoção apenas dos coliformes, o que necessitará de etapas posteriores de remoção de sólidos, o que não foi observado com o uso das concentrações C1 e C2 acrescidas de peróxido.

REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

- CAMPOS, C. M. M. et al. **Avaliação da Eficiência do Reator UASB Tratando Resíduo de Laticínio Sob Diferentes Cargas Orgânicas**. Ciência Agrotécnica, Lavras, v. 6. n. 28, p. 1376-1384, dez. 2004. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Claudio_Milton_Campos/publication/262480232_The_efficiency_of_UASB_reactor_treating_dairy_effluent_at_diferent_organic_loading_rates/links/540dc1b80cf2df04e7565610.pdf. Acesso em: Março de 2018.
- COPAM, CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL, **Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH- MG nº 01, de 05 de maio de 2008**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e padrões de lançamento de resíduos, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/EFABF603/DeliberaNormativaConjuntaCOPA-M-CERHno01-2008.pdf>. Acesso em: Março de 2018.
- FIOREZE, Mariele; SANTOS, Eliane Pereira dos; SCHMACHTENBERG, Natana. **Processos oxidativos avançados: fundamentos e aplicação ambiental**. Revista Eletrônica em Gestão, educação e Tecnologia Digital, Santa Maria, v. 8, p.79-91, 08 abr. 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/reget/article/viewFile/10662/pdf>. Acesso em: Janeiro de 2018.
- GAMA, Mariana Roberta. **Processos Fenton como Alternativa na Remoção de Interferentes Endócrinos e outros Micropoluentes Ambientais**. Virtual Química, Campinas, v. 04, n. 6, p. 777-787, 24 out. 2012. Disponível em: <http://rvq-sub.sbg.org.br/index.php/rvq/article/view/299>. Acesso em: Março de 2018.
- MAIA, Guilherme Baptista da Silva et al. Produção leiteira no Brasil. BNDES Setorial: **Inovação na indústria de alimentos: importância e dinâmica no complexo agroindustrial brasileiro**, Rio de Janeiro, v. 37, n. 0, p.371-398, mar. 2013. Disponível em: https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/1514/1/A_mar37_09_Produção_leiteira_no_Brasil_P.pdf. Acesso em: Março de 2018.
- LANGE Liséte Celina; ALVES, Juliana Felisberto; AMARAL, Miriam Cristina Santos; JÚNIOR, Wilson Rodrigues de Melo. **Tratamento de lixiviado de aterro sanitário por processo oxidativo avançado empregado reagentes de Fenton**. 2006. 11 v. Artigo Técnico (Graduação) – Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <http://www.ingentaconnect.com/content/doi/14134152/2006/00000011/00000002/art00012>. Acesso em: Março de 2018.
- PALENCIA, Natalia Polanco. Complexo Agroindustrial do Leite no Brasil: **Indicadores Socioeconômicos, Adoção de Tecnologias e Transformações nas Últimas Décadas**. Rev. Econ. do Centro-oeste, Goiânia, v. 2, n. 2, p.55-72, Não é um mês valido! 2016. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/reoeste/article/view/41625>. Acesso em: Março de 2018.
- POLEZI, Maurício. **Aplicação de processo oxidativo avançado no efluente de uma ETE para fins de reuso**. Dissertação de mestrado. Campinas. Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2003. Disponível em:

http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/258091/1/Polezi_Mauricio_M.pdf. Acesso em março de 2018.

RAGASSON, Marcela Kunzler. **Aplicação do Reagente Fenton no Tratamento de Lixiviado de aterros sanitários**. 2013. 22 f. Monografia (Especialização) – Curso de Mba em Perícia, Auditoria e Gestão Ambiental, IPOG, Novo Hamburgo, 2013. Disponível em: <http://businessstur.com.br/uploads/arquivos/d1ec369d9729ed6a2d777a8943d45ba6.pdf>. Acesso em: Março de 2018.

RANZI, Tiago Juruá Damo and ANDRADE, Marcio Antonio Nogueira. Estudo de viabilidade de transformação de esterqueiras e bioesterqueiras para dejetos de suínos em biodigestores rurais visando o aproveitamento do biofertilizante e do biogás.. In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 5., 2004, Campinas. **Proceedings online...** Available from: <http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=MSC0000000022004000100058&lng=en&nrm=abn>. Acesso em: 22 Março 2018

SEIBERT, André Luiz. **Proposição de um sistemas envolvendo processos oxidativos avançados para tratamento de efluentes residenciais visando reuso**. Dissertação de Mestrado. Centro Universitário UNIVATES. Programa de pós-graduação *Strictu sensu*. Mestrado em meio ambiente e desenvolvimento. Lajeado, RS, 2012. Disponível em: <https://univates.br/bdu/bitstream/10737/590/1/2012AndreLuizSeibert.pdf>. Acesso em março de 2018.

SILVA, Israel José da. **ASPECTOS LEGAIS E TÉCNICOS DOS EFLUENTES E RESÍDUOS EM SISTEMA INTENSIVO DE PRODUÇÃO DE LEITE**. Belo Horizonte: Revista Ufg, 2009. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/vet/article/viewFile/7677/5447>. Acesso em: Março de 2018.

TEIXEIRA, Cláudia Poli de Almeida Barêa; JARDIM, Wilson de Figueiredo. **Processos Oxidativos Avançados**. 2004. 83 f. Tese (Doutorado) – Curso de Laboratório de Química Ambiental. Universidade Estadual de Campinas – Unicamp, Campinas, 2004. Disponível em: <http://bases.bireme.br/cgi-bin/wxislind.exe/iah/online/?IsisScript=iah/iah.xis&src=google&base=REPIDISCA&lang=p&nextAction=lnk&exprSearch=1346&indexSearch=ID>. Acesso em: Março de 2018.

VARGAS, Gean Delise Leal Pasquali. **Tratamento terciário de esgoto sanitário através de processos oxidativos avançados para a obtenção de águas de reuso**. Tese de doutorado. Centro Tecnológico da Universidade Estadual de Santa Catarina. Florianópolis, SC, 2003. Disponível em: <http://srepositorio.ufsc.br/bitstream/handle/12345678991782249266.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em março de 2018.