

**UFRRJ**  
**INSTITUTO DE AGRONOMIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO**  
**AGRÍCOLA**

**DISSERTAÇÃO**

**Uso do Tanque de Evapotranspiração para Efluentes Suínos:  
Tecnologia Alternativa Sustentável Aplicada como Modelo em  
Educação Ambiental**

**João Bosco Belchior Vilar**

**2018**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE AGRONOMIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO AGRÍCOLA**

**USO DO TANQUE DE EVAPOTRANSPIRAÇÃO PARA EFLUENTES  
SUÍNOS: TECNOLOGIA ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL APLICADA  
COMO MODELO EM EDUCAÇÃO AMBIENTAL**

**JOÃO BOSCO BELCHIOR VILAR**

*Sob a Orientação do Professor*  
**Argemiro Sanavria**

*eCo-orientação da Professora*  
**Antonia Eliene Duarte**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Educação**, no Programa de Pós-Graduação em Educação Agrícola, Área de Concentração em Educação Agrícola.

Seropédica, RJ  
Novembro de 2018

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada com  
os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

V427u Vilar, João Bosco Belchior, 1958-  
    Uso do Tanque de Evapotranspiração para Efluentes  
    Suínos: Tecnologia Alternativa Sustentável Aplicada  
    como Modelo em Educação Ambiental / João Bosco  
    Belchior Vilar. - 2018.  
    68 f.  
  
    Orientador: Argemiro Sanavria.  
    Coorientadora: Antônia Eliene Duarte.  
    Dissertação (Mestrado). -- Universidade Federal  
    Rural do Rio de Janeiro, Programa de PósGraduação em  
    Educação Agrícola, 2018.  
  
    1. Alternativa de remediação. 2. Efluentes suínos.  
    3. Educação ambiental. 4. Suinocultura. 5. Tanque de  
    Evapotranspiração. I. Sanavria, Argemiro, 1949-,  
    orient. II. Duarte, Antônia Eliene, -, coorient. III  
    Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.  
    Programa de PósGraduação em Educação Agrícola. IV. Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO**  
**INSTITUTO DE AGRONOMIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO AGRÍCOLA**

**JOÃO BOSCO BELCHIOR VILAR**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Educação**, no Programa de Pós-Graduação em Educação Agrícola, Área de Concentração em Educação Agrícola.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 06/11/2018.

---

Argemiro Sanavria, Prof. Dr. UFRRJ

---

Tiago Marques dos Santos, Prof. Dr. UFRRJ

---

Joice Aparecida Rezende Vilela, Profa. Dra. EMATER-RJ

*Não consulte seus medos, mas suas esperanças e sonhos. Não pense sobre suas frustrações, mas sobre seu potencial não desenvolvido. Não se preocupe com os fracassos, acredite naquilo que você ainda realizará.*

Papa João XXIII

## **DEDICATÓRIA**

A Santíssima Trindade: Deus Pai, Deus Filho e Deus Espírito Santo, a quem minha alma adora esse santo mistério, com o mais profundo respeito e amor e pelos sublimes méritos como a sabedoria, a inteligência e a humildade entre outros dons concebidos, onde devo sempre Louvar, Bendizer e agradecer por toda a eternidade.

A meus pais, responsáveis pela minha existência, educação e formação católica. A minha esposa e as minhas três filhas Marias, que me orgulham de compreenderem e de conviverem numa vida familiar harmoniosa e abençoada por nosso Pai eterno.

## AGRADECIMENTOS

Eternamente a Deus, por sempre ter me iluminado na minha vida, dando-me perseverança em todos os meus dignos planos e nas minhas atividades justas em benefício próprio e em favor de outrem. A todos os meus familiares pelo apoio, colaboração, com nobres perspectivas positivistas diante da conclusão de minha pesquisa e sobre o resultado da dissertação a ser apresentada.

Ao Professor e Diretor Geral do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), *Campus Crato/CE*, Joaquim Rufino Neto, pessoa que sempre se dedicou em servir a todos, indiscriminadamente, onde é o elemento fundamental nas Cooperações Técnico-científico entre a nossa Instituição de ensino, Institutos e as Universidades Federais, especialmente a Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), essa de tamanha competência e de honra ao mérito por nos acolher tão dedicadamente e qualitativamente em sua missão educacional, na promoção de Mestrados, tão significativos em nossas vidas pessoais e profissionais.

Aos Professores Gabrielde Araújo Santos e Rosa Cristina Monteiro, responsáveis pela fundação do Programa de Pós-Graduação em Educação Agrícola (PPGEA) da UFRRJ, que tem beneficiado inúmeros estudantes de todos os estados brasileiros, em especial os Servidores Técnicos Administrativos dos Institutos Federais de Ciência e Tecnologia, que através de suas lutas solidária, humilde, indiscriminada, expandem a Pós-graduação desse referido *Campus*, onde conseguem alcançar a meta desejada, exteriorizando dessa forma uma característica brilhante do ser humano que é o não egoísmo, propiciando a arte de conquistar uma posição sócio-cultural e salarial dos que sonharam em obter essa desejável promoção.

Ao orientador Professor Argemiro Sanavria, pelos ensinamentos, competência, conselhos, correções a mim direcionados, fatores primordiais para a conquista do Título de Mestre.

À Co-orientadora Professora Antônia Eliene Duarte pela sua dedicação, assistência, criatividade e competência de me aconselhar, corrigir e incluir ideias nas minhas contextualizações.

A todos os outros Professores e funcionários do PPGEA, pela contribuição significativa em suas respectivas funções, que somaram na nossa assistência e na nossa formação educacional e profissional.

Aos meus colegas de mestrado que sempre compartilharam em ajudar mutuamente em proveito da qualidade e no atendimento de nossos trabalhos.

Ao IFCE, *Campus Crato*, nos seus professores, funcionários e terceirizados.

Ao Professor Carlos Alberto Pinheiro, Professor Francisco José de Freitas, Professora Brisa de Svadeshi Cabral de Melo e aos alunos do curso de Zootecnia e de Técnico em Agropecuária, que acompanharam e participaram do projeto de mestrado.

Às Comunidades produtoras rurais e à Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Ceará (EMATERCE), por participarem e terem contribuído como acolhedoras e colaboradoras do projeto de pesquisa, contribuindo para a disseminação da construção de um meio ambiente mais ecologicamente sustentável, em se tratando da atividade de suinocultura.

## RESUMO

VILAR, João Bosco Belchior. **Uso do Tanque de Evapotranspiração para efluentes suínos: Tecnologia alternativa sustentável aplicada como modelo em Educação Ambiental.** 2018. 66 p. Dissertação (Mestrado em Educação). Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ. 2018.

É crescente a expansão da suinocultura, no entanto seus efluentes acarretam impactos negativos ao meio ambiente. Diante disso, o objetivo desse trabalho foi desenvolver um conhecimento sobre a eficiência de remoção dos efluentes por meio da implantação do Tanque de Evapotranspiração (TEvap), para o tratamento ecológico sustentável de dejetos de suínos no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), *Campus Crato*. Neste estudo foram investigados os parâmetros físico-químicos e percepção ambiental. As amostras de efluentes foram submetidas às análises, antes e após o tratamento através de um sistema de evapotranspiração para dejetos suínos (TEvap), o qual consiste em um filtro de remediação. Os respectivos parâmetros foram investigados antes (controle: Efluente bruto) e após o tratamento, 10 dias (Efluente analisado) e 40 dias (Efluente final). Além disso, foi realizada avaliação microbiológica. A aprendizagem baseada em aplicação de modelos sustentáveis sobre Educação Ambiental, pode afetar positivamente as atitudes, comportamentos e aprendizado do aluno, mas pouco se sabe sobre o conhecimento acerca de Tanques de Evapotranspiração com fins sustentáveis. Esse assunto constitui um contexto pouco estudado, cada vez mais importante, para a aprendizagem efetiva. Os resultados com relação aos parâmetros físicos químicos mostraram que o potencial hidrogeniônico (pH) não foi alterado. Houve remoção de substâncias químicas (demanda química de oxigênio (DQO), nitrogênio amoniacal, cloretos), sólidos dissolvidos totais (SDT), temperatura, alcalinidade, condutividade elétrica, dureza total e coliformes termotolerantes, para os efluentes tratado e final. Verificou-se aumento do oxigênio dissolvido (OD). A eficiência do sistema com relação a DQO, para o efluente analisado e o efluente final, foi bastante satisfatória. Quanto à percepção dos estudantes do curso de Zootecnia e de Técnico em Agropecuária do IFCE, *Campus Crato*, através das disciplinas curriculares que mais se destacaram, Legislação Ambiental, Agroecologia, Construções e Instalações Rurais, sobre a implantação do TEvap, constatou-se a importância do mesmo para a prevenção de impactos ambientais.

**Palavras-chave:** Alternativa de remediação (TEvap), eficiência de remoção, Educação Ambiental.



## ABSTRACT

Vilar, João Bosco Belchior. **Use of Evapotranspiration Tank for swine effluents: Technology and sustainable alternative applied as a model in Environmental Education.** 2018. 66p. Dissertation (Master in Education). Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ. 2018.

The expansion of swine farming is increasing, but its effluents have negative impacts on the environment. Therefore, the objective of this work was to develop a knowledge about effluent removal through the implementation of Tanque de Evapotranspiração (TEvap) for the ecologically sustainable treatment of swine manure at the Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), *Campus Crato*. In this study the physical-chemical parameters and the environmental perception were investigated. The effluent samples were submitted to the analysis, before and after the treatment through a system of evapotranspiration for swine manure (TEvap), which consists of a remediation filter. The respective parameters were investigated before (control: Raw effluent) and after treatment, 10 days (Analyzed effluent) and 40 days (Final effluent). In addition, a microbiological evaluation was performed. Learning based on sustainable models of Environmental Education can positively affect student attitudes, behaviors, and learning, but little is known about the knowledge about sustainable Evapotranspiration Tanks. This subject constitutes a little studied context, more and more important, for the effective learning. The results regarding the chemical physical parameters showed that the potential hydrogenation (pH) did not change. There were removal of chemical substances (chemical oxygen demand (COD), ammoniacal nitrogen, chlorides), total dissolved solids (TDS), temperature, alkalinity, electrical conductivity, total hardness and thermotolerant coliforms, for treated and final effluents. There was an increase in dissolved oxygen (DO). The efficiency of the system with regard to COD, for the treated effluent and the final effluent, were quite satisfactory. Regarding the perception of the students of the course of Zootecnyand Agricultural Technician of the IFCE, *Campus Crato*, through the most distinguished curricular disciplines, environmental legislation, agroecology, construction and rural facilities, about the implementation of TEvap, it was verified the importance of it for the prevention of environmental impacts.

**Keywords:** Remediation alternative (TEvap), removal efficiency, Environmental Education.

## LISTA DE ABREVIATURAS

ABCP	Associação Brasileira de Cimento Portland
ABIPECS	Associação Brasileira da Indústria Produtora e Exportadora de Carne Suína
ABPA	Associação Brasileira de Proteína Animal
AL	Amônia livre
ANOVA	Análise de variância
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
APHA	American Public Health Association
CaCO <sub>3</sub>	Carbonato de cálcio
CEFET's	Centros Federais de Educação Tecnológica
CENTEC	Instituto Centro de Ensino Tecnológico
CEP	Comitê de Ética e Pesquisa em humanos
CH <sub>4</sub>	Metano
CO <sub>2</sub>	Dióxido de carbono
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
Cu	Cobre
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DQO	Demanda química de oxigênio
EMATER	Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural
EMATER-CE	Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Ceará
FATEC	Faculdade de Tecnologia Centec
H <sub>2</sub> S	Sulfeto de hidrogênio
HNO <sub>2</sub>	Ácido Nitroso
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IFCE	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
IPECE	Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará
LAAE	Laboratório de Análises Físico-Químicas de Águas e Efluentes
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
NH <sub>3</sub>	Amônia
OD	Oxigênio dissolvido
OECD	Organization for Economic Co-Operation and Development
OIE	Organização Internacional de Epizootias
pH	Potencial hidrogeniônico
PNSS	Programa Nacional de Sanidade Suídea
PSA	Peste suína africana
PSC	Peste suína clássica
SAG	Sistema Agroindustrial
SDT	Sólidos dissolvidos totais
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SIF	Serviço de Inspeção Federal
SISCAL	Sistema Intensivo de Suínos Criados ao Ar Livre
SISCON	Sistema Intensivo de Suínos Confinados
SRRS	Síndrome Respiratória e Reprodutiva dos Suínos
SS	Sólidos suspensos
SST	Sólidos suspensos totais
SSV	Sólidos Suspensos Voláteis
TEvap	Tanque de Evapotranspiração
UNED's	Unidades de Ensino Descentralizadas

USDA  
Zn

United States Department of Agriculture  
Zinco

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Interação entre os dejetos de animais e as doenças infecciosas no homem e nos animais .....	3
<b>CAPÍTULO I.</b>	
<b>Figura 1.</b> Locais de amostragemda implementação do TEvap e suas respectivas fases de coletas para análise .....	12
<b>Figura 2.</b> Potencial hidrogeniônico (pH)e temperatura de amostras dos efluentes suínos antes e após o tratamento com o TEvap .....	17
<b>Figura 3.</b> Demanda química de oxigênio (DQO) e oxigênio dissolvido (OD)de amostras dos efluentes suínos antes e após o tratamento com o TEvap.....	18
<b>Figura 4.</b> Teores denitrogênio amoniacal e nitrato de amostrasdos efluentes suínos antes e após o tratamento com o TEvap. Sólidos suspensos (SS), Sólidos suspensos totais (SST) e Sólidos dissolvidos totais (SDT) de amostras dos efluentes suínos antes e após o tratamento com o TEvap .....	18
<b>Figura 5.</b> Condutividade elétrica, alcalinidade, ferro, dureza total e cloretos e coliformes termotolerantes de amostras dos efluentes suínos antes e após o tratamento com o TEvap. ....	20
<b>CAPÍTULO II.</b>	
<b>Figura 1.</b> Relação de conhecimento sobre dejetos de origem animal com a profissão de Zootecnista.....	30
<b>Figura 2.</b> Aceitação da proposta de construção de Tanque de Evapotranspiração .....	30
<b>Figura 3.</b> Disciplinas nas quais houve abordagem sobre o tratamento de efluentes suínos.....	31
<b>Figura 4.</b> Contribuição do conhecimento sobre destino adequado dos efluentes suínos.....	32
<b>Figura 5.</b> Impactos ambientais causados pela suinocultura.....	33
<b>Figura 6.</b> Percepção do TEvap como alternativa para diminuir os riscos ambientais.	33

## SUMÁRIO

<b>1INTRODUÇÃOGERAL</b> .....	1
1.1Suinocultura, efluentes, legislação correlata, aspectos preventivos .....	1
1.2Parâmetrosfísico-químicoe microbiológicos e alternativa de remediação para efluentes suínos .....	4
<b>2CAPÍTULO I. EFICIÊNCIA DE UM TANQUE DE EVAPOTRANSPIRAÇÃO (TEvap) NA REMOÇÃO DE POLUENTES EM EFLUENTES SUÍNOS</b> .....	7
Resumo .....	8
Abstract.....	9
Introdução .....	10
Material e Métodos .....	11
1 Local de estudo .....	11
2 Delineamento da pesquisa .....	11

3	Implantação do TEvap para recepção de efluentes suínos .....	12
4	Proposta para implantação do sistema TEvap .....	13
5	Funcionamento do TEvap .....	13
6	Caixa de decantação: uma inserção necessária que antecede o TEvap .....	14
7	Operacionalização da caixa de decantação.....	14
8	A suinocultura do IFCE, <i>Campus Crato</i> .....	15
9	Instalação do hidrômetro na fonte da saída d'água que higieniza toda suinocultura .....	15
10	Coleta, armazenamento de amostras e análise físico-química dos efluentes .....	15
11	Análises físico-químicas e microbiológicas .....	15
12	Análise estatística .....	16
	Resultados e Discussão .....	16
	Conclusão .....	21

### **3CAPÍTULO II. PERCEPÇÃO DE ESTUDANTES DO CURSO DE ZOOTECNIA E DE TÉCNICO EM AGROPECUÁRIA SOBRE O DESENVOLVIMENTO DE UM FILTRO DE REMEDIAÇÃO PARA EFLUENTES SUÍNOS (TEvap) .....**

	Resumo .....	23
	Abstract.....	24
	Introdução .....	25
	Material e Métodos .....	27
1	Tipo de estudo .....	27
2	Educação, trabalho, ciência e tecnologia nos Institutos Federais.....	27
3	População e amostra .....	28
4	Demonstração do Tanque de Evapotranspiração (TEvap) .....	28
5	Análise estatística .....	28
6	Análise e minimização de riscos .....	29
7	Aspectos éticos da pesquisa.....	29
	Resultados e Discussão .....	29
	Conclusão .....	34

### **4DISCUSSÃOGERAL .....**

### **5CONCLUSÃOGERAL .....**

### **6RECOMENDAÇÕESFINAIS .....**

### **7REFERÊNCIASBIBLIOGRÁFICAS .....**

### **ANEXOS .....**

**Anexo A.** Planta da construção do Tanque de Evapotranspiração (Pranchas 1, 2 e 3), elaborada pelo Engenheiro Civil Orestes Brilhante, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), *Campus Crato*, Ceará .....

**Anexo B.** Orçamento da construção do Tanque de Evapotranspiração com as seguintes dimensões: comprimento 7,00 m, largura 2,00 m e altura 1,20 m .....

**Anexo C.** Acessórios improvisados (tampão cilíndrico de madeira e bóia de isopor) que foram acoplados dentro da caixa de decantação .....

<b>Anexo D.</b> Levantamento do quantitativo do uso de água na higienização de alguns setores de criação da suinocultura do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), <i>Campus Crato</i> , Ceará .....	53
<b>Anexo E.</b> Relatórios das análises físico-químicas e microbiológicas dos efluentes suínos, referentes às três coletas realizadas (dias 1, 10 e 40) no Tanque de Evapotranspiração, localizado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), <i>Campus Crato</i> , Ceará.....	54
<b>Anexo F.</b> Etapas inicial e conclusiva da construção do Tanque de Evapotranspiração no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), <i>Campus Crato</i> , Ceará .....	57
<b>Anexo G.</b> Questionário aplicado aos estudantes dos cursos de Zootecnia e Técnico em Agropecuária, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), <i>Campus Crato</i> , Ceará.....	58
<b>Anexo H.</b> Apresentação do projeto de pesquisa em sala de aula, através de slides, com a assistência dos professores das disciplinas de Construções Rurais e Legislação Ambiental, sob a presença dos alunos, e a campo para a comunidade.....	60
<b>Anexo I.</b> Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) entregue aos alunos do Curso de Zootecnia e Técnico em Agropecuária, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), <i>Campus Crato</i> , Ceará, em atendimento aos aspectos éticos da pesquisa .....	61
<b>Anexo J.</b> Parecer da Comissão de Ética na Pesquisa (CEP), do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), <i>Campus Crato</i> , Ceará .....	64

# 1 INTRODUÇÃO GERAL

## 1.1 Suinocultura, efluentes, legislação correlata, aspectos preventivos

A suinocultura representa um dos maiores segmentos de produção animal no Brasil, sendo o crescimento impulsionado pela demanda de carne suína no mundo. No primeiro trimestre de 2017, foram abatidos 10,46 milhões de suínos, representando um aumento de 2,60% na comparação com o mesmo período de 2016 (IBGE, 2017).

O Brasil, em 2015, foi o quarto maior produtor e exportador mundial de carne suína, produzindo mais de 3,5 milhões de toneladas, o que representou cerca de 3,00% do total mundial (USDA, 2016).

Na suinocultura, o bem-estar animal deve ser observado nas diferentes fases de produção: maternidade, creche, crescimento e terminação (VELONI *et al.*, 2013).

Quanto ao consumo, a carne suína é a terceira mais consumida no país, sendo o mercado interno o principal destino da produção do setor, respondendo por cerca de 85,00% da demanda, em 2015. A média de consumo nacional é semelhante à mundial, em torno de 15 kg/per capita/ano, e tem crescido nos últimos 10 anos, quando saiu de 11,6 para os atuais 15,1 (ABPA, 2018), representando um aumento de 30,00% no período.

Segundo o estudo Mapa da Suinocultura Brasileira, o produto interno bruto (PIB) do Sistema Agroindustrial (SAG) de suínos, em 2015, foi de R\$ 62,576 bilhões, com uma movimentação financeira de toda a cadeia produtiva de suínos em aproximadamente R\$ 150 bilhões (SEBRAE, 2016).

Alguns elementos como sanidade, nutrição, bom manejo, produção integrada, e, principalmente, aprimoramento gerencial dos produtores contribuíram para aumentar a oferta interna e colocar o país em destaque no cenário mundial, estando em quarto lugar no ranking de produção e exportação mundial. Além do investimento na evolução genética da espécie por 20 anos, o que reduziu em 31,00% a gordura da carne, 10,00% do colesterol e 14,00% de calorias, tornando o suíno brasileiro mais magro, nutritivo e saboroso (GUIMARÃES *et al.*, 2017).

Carvalho e Viana (2011) destacam que os sistemas de criação de suínos também se diferenciam quanto ao manejo e podem ser classificados nos seguintes tipos: sistema extensivo ou à solta, sistema semiextensivo, Sistema Intensivo de Suínos Criados ao Ar Livre (SISCAL) e Sistema Intensivo de Suínos Confinados (SISCON). Além disso, eles podem ser classificados como convencionais ou orgânicos.

Com relação ao efluente suíno ele é composto por urina, fezes, água do sistema de bebedouros e da limpeza, restos de ração, poeiras, pelos e qualquer outro material proveniente do sistema de criação, sendo que, para cada 10 litros de água consumida no sistema de criação, são gerados, aproximadamente seis litros de efluentes (KONZEN, 1997; EPAGRI-CIRAM, 2000).

As principais manifestações de degradação ambiental decorrentes da atividade das águas residuárias são a contaminação de águas superficiais e subterrâneas por compostos orgânicos, nutrientes e microrganismos entéricos; alterações das características físicas, químicas e biológicas dos solos; poluição atmosférica pela emissão de gases prejudiciais e a presença de insetos (SARDÁ *et al.*, 2010; BARRETO *et al.*, 2013).

A utilização de dejetos de animais na agricultura é uma alternativa para o controle da poluição do sistema água-solo-atmosfera, disponibilização de água e fertilizantes para as culturas e aumento da produção agrícola. Entretanto, para que isso possa se tornar uma prática viável, é preciso aperfeiçoar as técnicas de tratamento, aplicação e manejo de efluentes (DRUMOND *et al.*, 2006).



Para se ter um destino viável e ecologicamente correto sobre os efluentes suínos, na maioria das vezes é fundamental, a transmissão da informação técnica e ambiental visando a percepção sobre o conhecimento ou alternativas eficazes para destinação viável e correta dessas águas residuárias.

Segundo Araújo *et al.* (2016), o tratamento dos dejetos deve ser analisado sob as seguintes perspectivas: a) Preservacionista -eliminar ou amenizar o elevado volume de dejetos gerado nas propriedades; b) Agronômica -utilizar os dejetos como fertilizante disponível nas propriedades; e, c) Sanitária -promover o tratamento adequado dos dejetos.

A enorme quantidade de dejetos suínos gerada e a falta de processos sustentáveis na criação de suínos podem ser consideradas como os principais problemas ambientais dessa atividade. Com isso deve-se conhecer também, os impactos negativos ocasionados pelos processos inadequados de disposição desses resíduos, como o despejo em rios e riachos ou até mesmo por tecnologias de tratamentos ineficientes, causando poluição e riscos sanitários (OLIVEIRA JÚNIOR, 2013).

Esses resíduos líquidos são constituídos principalmente por fezes e urina, mas também, por água que é desperdiçada pelos bebedouros e pelas higienizações realizadas, por resíduos de ração, pêlos, entre outras matérias utilizadas diariamente no processo de produção (CAMPOS, 2014). Os resíduos dessa atividade são gerados em grande volume e concentrados em pequenos locais, e por serem influenciados por condições ambientais favoráveis, reagem quimicamente, produzindo gases que são considerados nocivos e com odor desagradável. Os principais gases produzidos por esta atividade são a Amônia (NH<sub>3</sub>), Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), Metano (CH<sub>4</sub>) e o Sulfeto de Hidrogênio (H<sub>2</sub>S) (CAMPOS, 2014).

Em se tratando de dejetos, já que a suinocultura é uma atividade potencialmente poluidora, essa é uma das razões pela qual essa atividade rural está sujeita ao controle ambiental, pelo licenciamento ambiental, cuja aplicação encontra-se prevista no art. 60 da Lei Federal nº 9.605 de 12 de fevereiro de 1998 (BRASIL, 1998; ZANELLA, 2012).

Nesse contexto, a Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011, dispõe sobre a regulamentação de controle e vigilância da qualidade de água para consumo humano e seu padrão potabilidade. Embora neste estudo a água não seja consumida por humanos, tais parâmetros norteiam os limites considerados seguros, e por extrapolação, passíveis de comparação com os efluentes, no que concerne à qualidade (BRASIL, 2011).

A presença de coliformes totais em água de nascentes é considerada tolerável apenas nos casos em que for detectada a ausência de *Escherichiacoli* e/ou coliformes termotolerantes (Portaria nº 2.914/2011). Mas, para uma maior segurança, a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 357, de 17 de março de 2005, recomenda a desinfecção das águas destinadas ao abastecimento (CONAMA, 2005; BRASIL, 2011).

No Brasil, a legislação ambiental é composta por leis, decretos, portarias e resoluções em nível federal, estadual e municipal, entretanto, não há uma legislação específica para a atividade suinícola. No entanto, esse setor deve cumprir alguns instrumentos legais que ordenem sua atividade (PALHARES e CALIJURI, 2007).

Conforme resolução do CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997, licenciamento ambiental é um: “Procedimento administrativo pelo qual o órgão ambiental competente licencia a localização, instalação, ampliação e a operação de empreendimentos e atividades que utilizam recursos ambientais, consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou daquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental, considerando as disposições legais e regulamentares e as normas técnicas aplicáveis ao caso” (CONAMA, 1997).

Com relação aos aspectos preventivos, além das vacinas, medidas de biossegurança e planejamento adequado da produção também são relevantes para a sanidade e prevenção de

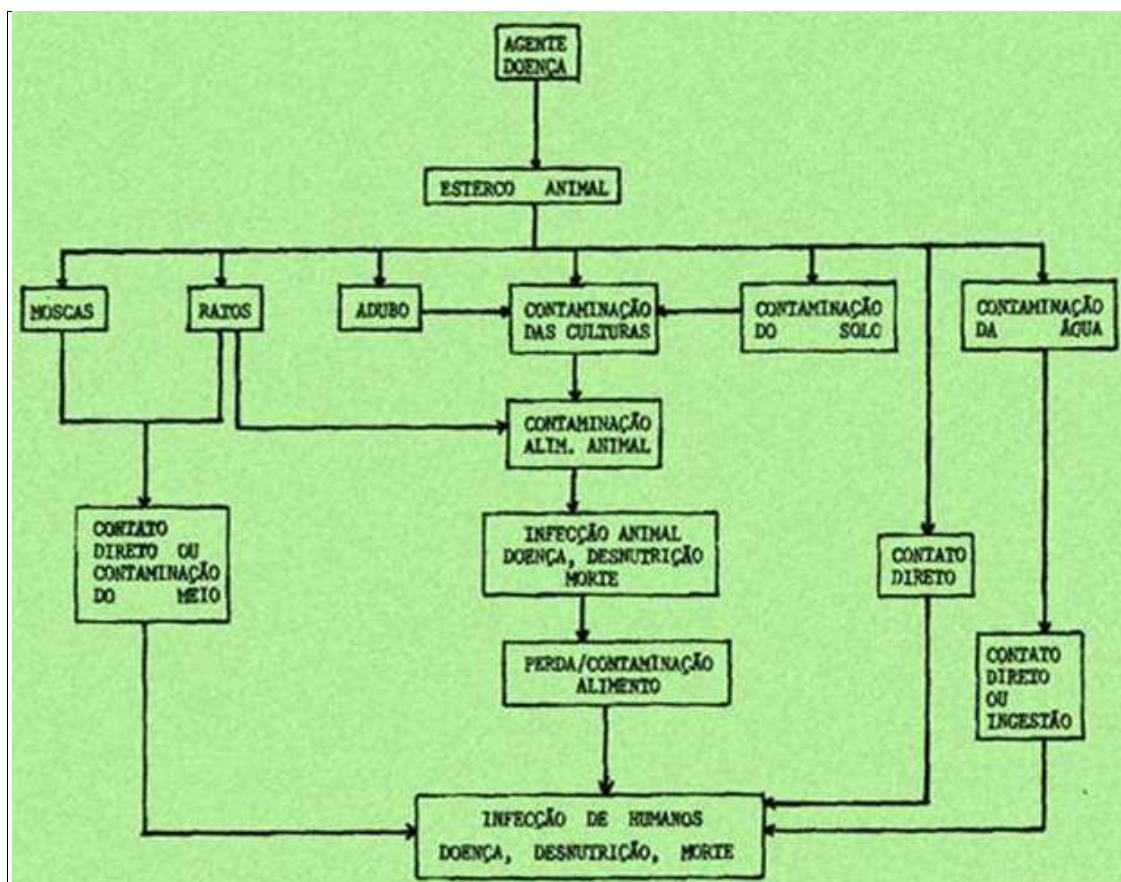
doenças, de forma a garantir o bem-estar animal e evitar os fatores de risco. Os princípios básicos são reduzir o estresse do animal, limitar o contato entre suínos, manter boa higiene e boa nutrição (AMARAL *et al.*, 2006).

A literatura científica revela diversos discursos a respeito da relação saneamento–saúde–ambiente. Entre eles destacam-se dois grupos: um associado às ideias de prevenção de doenças, segundo o qual cabe ao saneamento higienizar o ambiente e com isso evitar as doenças; e outro que se aproxima dos pressupostos da promoção da saúde, de acordo com o qual o saneamento assume ações para a melhoria da qualidade ambiental e para a erradicação das doenças (SOUZA, 2007).

Associado aos benefícios ambientais e de saúde pública, o saneamento figura entre as medidas protecionistas do ambiente que têm repercussões positivas do ponto de vista econômico e social, como a geração de renda e emprego e as melhorias nas condições de vida (YOUNG, 2004; OECD, 2011).

Dentre as doenças e infecções relevantes na suinocultura, foram destacadas pela Organização Internacional de Epizootias (OIE), em 2014, as seguintes: peste suína africana (PSA), peste suína clássica (PSC), doença vascular, encefalite pelo vírus nipah, gastroenterite transmissível, SRRS (Síndrome Respiratória e Reprodutiva dos Suínos), cisticercose suína, sendo estas específicas do suíno. Quanto as que afetam diferentes espécies, incluindo suínos, destacam-se: febre aftosa, doença de aujeszky, raiva, encefalite japonesa, estomatite vesicular, brucelose, carbúnculo e triquinelose (YAGÜE, 2014).

A Figura 1 ilustra a interação entre os dejetos dos animais e as respectivas doenças infecciosas no ser humano e nos animais.



**Figura1.**Interação entre os dejetos de animais e as doenças infecciosas no homem e nos animais.Fonte: DE OLIVEIRA (1993).

Pesquisas demonstram que o principal problema que acarreta a insalubridade, tanto para o animal quanto para o trabalhador rural, é a grande quantidade de gases, geralmente influenciadas pelas construções de confinamento usadas na produção de suínos. Níveis altos de dióxido de carbono e amônia podem prejudicar a saúde do trabalhador, que fica exposto aos gases diariamente (SAMPAIO *et al.*, 2005).

O manejo inadequado dos dejetos suínos causa danos ao meio ambiente, como a emissão de gases nocivos, além de causar poluição dos mananciais de águas superficiais e subterrâneas (CARDOSO *et al.*, 2015).

Os rebanhos estão continuamente expostos a agentes patogênicos que podem causar doenças no ambiente em que são mantidos. A resistência às doenças depende de um conjunto de fatores, principalmente os relacionados à nutrição dos animais, ao microbismo ambiental e ao manejo (BARCELLOS *et al.*, 1996).

No Brasil, o Programa Nacional de Sanidade Suídea (PNSS), coordenado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), estabelece os procedimentos a serem adotados na produção e na comercialização dos produtos de origem suína no país. Além do MAPA, as principais entidades responsáveis por regulamentar e fiscalizar a questão sanitária e da segurança alimentar são a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e o Instituto Nacional de Metrologia, Normatização e Qualidade Industrial (INMETRO) (SANTOS, 2011).

Uma das razões da importância do bem-estar animal é sua relação com a qualidade da carne. Animais sujeitos a longos períodos de estresse tendem a ter o pH da carne elevado, o que favorece o desenvolvimento dos microrganismos que degradam a carne. O manejo correto tem impacto relevante sobre o estresse e, conseqüentemente, sobre a qualidade da carne (LUDTKE *et al.*, 2010).

O principal agente responsável pela avaliação da qualidade e fiscalização da carne suína é o Sistema de Inspeção Federal (SIF). Ele atua na esfera de produtos de origem animal garantindo a observância da legislação vigente quanto à qualidade desses produtos e é vinculado ao MAPA. Além dele, os estados e municípios dispõem de sistemas de inspeção próprios, que permitem circulação da carne em seus territórios (GUIMARÃES *et al.*, 2017).

## **1.2 Parâmetros físico-químicos e microbiológicos e alternativa de remediação para efluentes suínos**

Os parâmetros de qualidade são grandezas utilizadas para indicar as características da água e efluentes. Os parâmetros podem ser de natureza física, química ou biológica, os quais servem para prever impactos ambientais gerados por efluentes lançados em um corpo receptor, além de servir para avaliar o desempenho de um tratamento (JORDÃO e PESSÔA, 2011).

A seguir são analisados alguns dos principais parâmetros físico-químicos e microbiológicos amplamente empregados pela literatura na análise de resíduos.

A temperatura é o parâmetro que faz a medição da intensidade de calor, refletindo o grau de aquecimento das águas e da radiação solar, e depende de fatores como clima, composição geológica, condutividade elétrica das rochas, dentre outras (MATIC *et al.*, 2013). Ela tem efeito direto no crescimento dos microrganismos nitrificantes. Porém, a temperatura tem efeitos distintos sobre organismos que oxidam a amônia e as que oxidam nitrito (SANT'ANNA JR., 2010).

O oxigênio dissolvido (OD) é uma das variáveis limitantes da nitrificação, uma vez que valores de OD inferiores a 0,5 mg L<sup>-1</sup> inibem a atividade desses organismos. Isso ocorre devido ao elevado consumo de oxigênio, sendo que para cada quilograma de nitrogênio

oxidado (na forma de amônia) são necessários cerca de 4,6 quilogramas de oxigênio (ZOPPAS *et al.*, 2016; HEWAWASAM *et al.*, 2017).

Assim como o oxigênio dissolvido, o pH é uma variável de importância devido às transformações que podem ocorrer no sistema, tendo em vista que há uma relação entre os processos químicos de equilíbrio, os quais envolvem a amônia (NH<sub>3</sub>), a amônia livre (AL) e o ácido nitroso livre (HNO<sub>2</sub>) (DE PRÁ *et al.*, 2012). O pH é uma variável abiótica importante nos ecossistemas aquáticos de difícil interpretação pela quantidade de fatores que o podem afetar (ESTEVES, 2011).

Quando se atinge elevada eficiência na remoção de poluentes orgânicos, como é o caso da demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO), confirma-se a viabilidade do sistema de tratamento de resíduos em controlar a poluição gerada pelas unidades de produção de suínos (SILVA *et al.*, 2012). Com relação a remoção de DBO e DQO, Araújo *et al.* (2016) reportaram que a decomposição da matéria orgânica em ambientes anaeróbios é muito expressiva, apesar de ocorrer de forma mais lenta do que nos tratamentos aeróbios.

A condutividade elétrica, Segundo Boesch (2002) e Esteves (2011), é um parâmetro que pode mostrar modificações na composição dos corpos d'água, mas não especifica quantidades e componentes. É um parâmetro importante para controlar e determinar o estado e a qualidade de água (PIÑEIRO DI BLASI *et al.*, 2013). Existe uma correlação estatística entre a condutividade da água e a concentração de diversos elementos e íons (TUNDISI e MATSUMURA-TUNDISI, 2008). De acordo com Esteves (2011), nas regiões tropicais a condutividade está relacionada com as características geoquímicas da região e condições climáticas (periodicidade de precipitações).

A alcalinidade nas águas naturais, responsável pela capacidade de neutralização de ácidos, geralmente apresenta como principais responsáveis: bases conjugadas de ácido carbônico, carbonatos e bicarbonatos; outras bases derivadas do íon amônio e dos ácidos sulfúrico e fosfórico também podem contribuir para a alcalinidade (HEM, 1970; ESTEVES, 2011). A alcalinidade não tem um significado sanitário, com exceção de quando ela ocorre devido a hidróxidos, ou quando contribua na qualidade de sólidos totais. Segundo a Secretaria de Vigilância em Saúde (BRASIL, 2006), a maioria das águas naturais apresenta valores de alcalinidade na faixa de 30 a 500 mg L<sup>-1</sup> de CaCO<sub>3</sub>.

Em se tratando de coliformes termotolerantes, Espinoza *et al.* (2009) afirmaram que as bactérias coliformes não apresentam tendência relacionada ao clima. Contudo, segundo Emiliani e Gonzalez (1998) e Lemos *et al.* (2010), a quantidade de coliformes termotolerantes ou *E. coli* pode ser relacionada com os maiores níveis pluviométricos, que apresentam maior contribuição de contaminação de origem difusa. A desinfecção, a nível terciário, pode ser definida como responsável pela redução das densidades de microrganismos (METCALF e EDDY, 2015), até os limites estabelecidos pela legislação, seja para destinação final, seja para diferentes tipos de reuso, como por exemplo irrigação e/ou balneabilidade. Esse tratamento adicional removeria os microrganismos, assegurando a qualidade microbiológica do efluente.

Por essas razões, a análise de parâmetros físico-químicos e microbiológicos de efluentes suínos é de extrema importância para detectar os níveis de poluentes, cuja redução pode ser analisada a partir de sucessivas análises, perante possíveis tratamentos analisados.

Com a proposta técnico educacional de favorecer melhores condições ambientais sendo uma alternativa de remediação para efluentes suínos no entorno da Suinocultura do IFCE, Campus Crato, implantou-se, após análise e confirmação do local, o Sistema TEvap próximo às canaletas que estão anexadas a parte externa do criatório, para que os efluentes após percorrerem por esta via de escoamento migrassem para esse referido tanque.

Nesse contexto, este estudo objetivou desenvolver e investigar o efeito de uma proposta educacional ambiental acerca da implantação de um Tanque de Evapotranspiração (TEvap), para o tratamento ecológico sustentável de efluentes suínos no IFCE, *Campus* Crato, Ceará, e comunidades rurais circunvizinhas. Além disso, realizou-se a análise dos parâmetros físico-químicos entre os mais relevantes: potencial hidrogeniônico (pH); temperatura de amostras; demanda química de oxigênio (DQO); oxigênio dissolvido (OD); teores de nitrogênio amoniacal e nitrato; sólidos suspensos (SS); sólidos suspensos totais (SST); sólidos dissolvidos totais (SDT); condutividade hidráulica; alcalinidade; ferro; dureza total; cloretos; e coliformes termotolerantes. Todos esses parâmetros foram analisados antes (caixa de decantação) e após o tratamento dos efluentes suínos (TEvap). Analisou-se ainda a percepção de estudantes do curso de Zootecnia e de Técnico em Agropecuária sobre a implementação do TEvap.

**2CAPÍTULO I.**  
**EFICIÊNCIA DE UM TANQUE DE EVAPOTRANSPIRAÇÃO (TE<sub>vap</sub>) NA**  
**REMOÇÃO DE POLUENTES EM EFLUENTES SUÍNOS**

## **Resumo**

O objetivo desta pesquisa foi avaliar os parâmetros físico-químicos de amostras de efluentes, antes e após o tratamento, através de um sistema de evapotranspiração para dejetos suínos (TEvap), o qual consiste em um filtro de remediação. Investigou-se os parâmetros físico-químicos, avaliados antes (controle: Efluente bruto) e após o tratamento, 10 dias (Efluente analisado) e 40 dias (Efluente final). Além disso, foi realizada avaliação microbiológica. Os resultados demonstraram que o potencial hidrogeniônico (pH) não exibiu alteração. Houve redução de substâncias químicas (demanda química de oxigênio (DQO), nitrogênio amoniacal, cloretos), sólidos dissolvidos total (SDT), temperatura, alcalinidade, condutividade elétrica, dureza total e coliformes termotolerantes, para os efluentes tratado e final. Verificou-se aumento do oxigênio dissolvido (OD). A eficiência do sistema com relação à DQO, para o Efluente analisado, foi de 40,00%, e Efluente final, foi de 98,00%. Conclui-se que os parâmetros físico-químicos e microbiológicos estudados indicam que o efluente quando tratado, pode ser reutilizado para limpeza de instalações de suínos, embora haja a necessidade de tratamento adicional para alcançar uma inativação completa, para uso e contato direto com animais. O baixo custo de implementação do Tanque de Evapotranspiração (TEvap), aliado à eficiência na remoção de carga orgânica, junto as comunidades rurais, possibilita a mitigação de impactos negativos ao meio ambiente, propiciando a prevenção na transmissão de possíveis enfermidades.

**Palavras-chave:** Suinocultura, alternativa de remediação (TEvap), eficiência de remoção, saúde.

## **Abstract**

The objective of this research was to evaluate physical and chemical parameters of effluent samples, before and after the treatment through a system of evapotranspiration for swine manure (TEvap), which consists of a remediation filter. The physical-chemical parameters, evaluated before (control: Raw effluent) and after treatment, 10 days (Analyzed effluent) and 40 days (Final effluent) were investigated. In addition, a microbiological evaluation was performed. The results showed that the hydrogenionic potential (pH) did not change. There was reduction of chemical substances (chemical oxygen demand (COD), ammoniacal nitrogen, chlorides), total dissolved solids (SDT), temperature, alkalinity, electrical conductivity, total hardness and thermotolerant coliforms, for treated and final effluents. There was an increase in dissolved oxygen (DO). The efficiency of the COD system for the Analyzedeffluent was 40.00%, and Final effluent was 98.00%. It is concluded that the physical-chemical and microbiological parameters studied indicate that the effluent, when treated, can be reused for cleaning swine facilities, although there is the need for additional treatment to achieve complete inactivation, for use and direct contact with animals. The low cost of implementation of the Evapotranspiration Tank (TEvap), together with the efficiency of the organic load removal, together with the rural communities, allows the mitigation of negative impacts to the environment, propitiating prevention in the transmission of possible diseases.

**Keywords:** Pig breeding, remediation alternative (TEvap), removal efficiency,health.



## Introdução

A suinocultura consiste numa atividade de importância social e econômica, de modo que, a mitigação dos impactos ambientais gerados por tal atividade é urgente e possui grande relevância ambiental (MEDEIROS *et al.*, 2015; TONIAZZO *et al.*, 2018). Por produzir grandes quantidades de águas residuárias, a criação de suínos é uma ocupação profissional problemática para o meio ambiente, contudo tem potencial para ser usada como fertilizante (CORDEIRO *et al.*, 2018; LEITÃO e DA SILVA, 2018). Os dejetos de suínos constituem uma fonte potencial de nutrientes (BARROS *et al.*, 2011; AGUIDA *et al.*, 2017). Portanto, a busca por novas alternativas para a reciclagem dos dejetos de suínos, que não envolvam o seu uso direto como fertilizante, deve ser abrangente, compreendendo todos os segmentos da cadeia produtiva e levando em consideração os conceitos de sustentabilidade ambiental (SÁ *et al.*, 2014).

A expansão sustentável da suinocultura no Brasil depende de alternativas tecnológicas que minimizem o impacto ambiental negativo provocado pelas águas residuárias geradas por essa atividade (BATISTA *et al.*, 2014). As práticas de suinocultura e a ausência de recuperação adequada das terras levam a locais contaminados com sério impacto nos ecossistemas e riscos para a saúde humana. A origem da contaminação é frequentemente associada a depósitos de rejeitos suínos porque eles são uma fonte da drenagem da criação de suínos. Essas áreas são desprovidas de vegetação devido às duras condições do solo que impedem o enraizamento de espécies vegetais. A remediação dessas áreas seguida é necessária para suprimir a geração e acúmulo de contaminantes e seus efeitos negativos sobre os ecossistemas (DE MELO *et al.*, 2015; RODRIGUES, 2016).

A produção de suínos é uma indústria em rápido crescimento (ABIPECS, 2012). Consequentemente aumenta a geração de dejetos, bem como, o consumo de água. O efluente suíno contém urina, fezes, derramamento de água, restos de alimentos não digeridos, resíduos de medicamentos antimicrobianos e microrganismos. Considerando essas características, recomenda-se que este material seja corretamente gerenciado antes de sua aplicação à terra para evitar a contaminação ambiental potencial (HUNDESA *et al.*, 2009; STEINMETZ *et al.*, 2009). Já, o esterco de suínos é caracterizado por um alto teor de sólidos em suspensão, matéria orgânica e alto teor de fósforo e nitrogênio (HUTCHISON *et al.*, 2005). Além disso, altos níveis de populações microbianas são observadas incluindo coliformes totais, *Escherichia coli* e *Salmonella* sp. (HUTCHISON *et al.*, 2005).

A literatura relata estratégias de tratamento para esterco suíno, que incluam processos biológicos concebidos para a remoção eficaz de substâncias, compostos e inativação de bactérias (CONSTANTINI *et al.*, 2007; ANDREAZZI *et al.*, 2015). Em contraste com a produção de suínos, a legislação ambiental em relação aos parâmetros de segurança é recente (VIANCELLI *et al.*, 2013; PEROSI *et al.*, 2017). No Brasil, a Resolução nº430 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) é utilizada para orientar manejo de efluente em corpos de água (BRASIL, 2011).

Como a suinocultura também é reconhecida como atividade de grande potencial poluidor, em razão de gerar efluentes geralmente na forma líquida, com elevada carga de matéria orgânica, nutrientes e metais pesados (ex.: Cu e Zn), a prática comumente adotada pela suinocultura brasileira tem sido a armazenagem desses resíduos em lagoas ou tanques e

sua posterior aplicação como fertilizante vegetal e condicionador do solo. Em regiões em que a geração de efluentes supera a capacidade de suporte do solo e/ou as recomendações dos órgãos de fiscalização ambiental, alternativas de tratamento ou exportação de nutrientes precisam ser adotadas (KUNZ *et al.*, 2009; STEINMETZ *et al.*, 2009).

No entanto, nada foi estabelecido sobre os parâmetros de segurança para a reutilização de água de produção animal. Possivelmente, a falta de conhecimento sobre aspectos funcionais dos sistemas de manejo de efluentes suínos constitui uma lacuna e pouco se sabe sobre a otimização de tecnologias de remoção de poluentes.

Nesse contexto, objetivou-se com este estudo avaliar os parâmetros físico-químicos e microbiológicos de amostras de efluentes suínos, e a eficiência de remoção de dejetos de um sistema de evapotranspiração (TEvap), o qual consiste em um filtro de remediação.

## **Material e Métodos**

### **1 Local de Estudo**

A partir de 29 de dezembro de 2008, através da Lei de nº 11.892, a Escola Agrotécnica Federal de Crato passou a denominar-se Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), *Campus Crato* (BRASIL, 2008). A área total que constitui o Instituto é de 1.466.457m<sup>2</sup>. O município de Crato situa-se próximo da Chapada do Araripe e geograficamente está localizado à longitude de 39°24'34''W e latitude de 7°14'03''S, numa altitude de 426,9 metros. Sua temperatura média oscila entre 24 a 26°C (IFCE, 2016; IPECE, 2016).

O programa de democratização do ensino superior do governo federal transformou através da Lei nº 11.892, de 29 de dezembro de 2008, as Escolas Agrotécnicas, os Centros Federais de Educação Tecnológica (CEFET's) e as Unidades de Ensino Descentralizadas (UNED's), em uma nova estrutura educacional, denominada Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, que apresenta outro organograma, com reitoria estadual e diretores de centro, dentro de cada estado da federação (BRASIL, 2008).

O IFCE, *Campus Crato*, está localizado na região do Cariri, sul do estado do Ceará, fronteira com os estados do Piauí, Pernambuco e Paraíba (WILSON e BEZERRA, 2007; ROCHA *et al.*, 2012).

Nas últimas décadas, a educação profissional tem sido profundamente discutida, em vista dos desafios resultantes das mudanças estruturais do mundo moderno nos mais diversos segmentos, com ênfase nos aspectos sociais, culturais, políticos e avanços tecnológicos da modernidade.

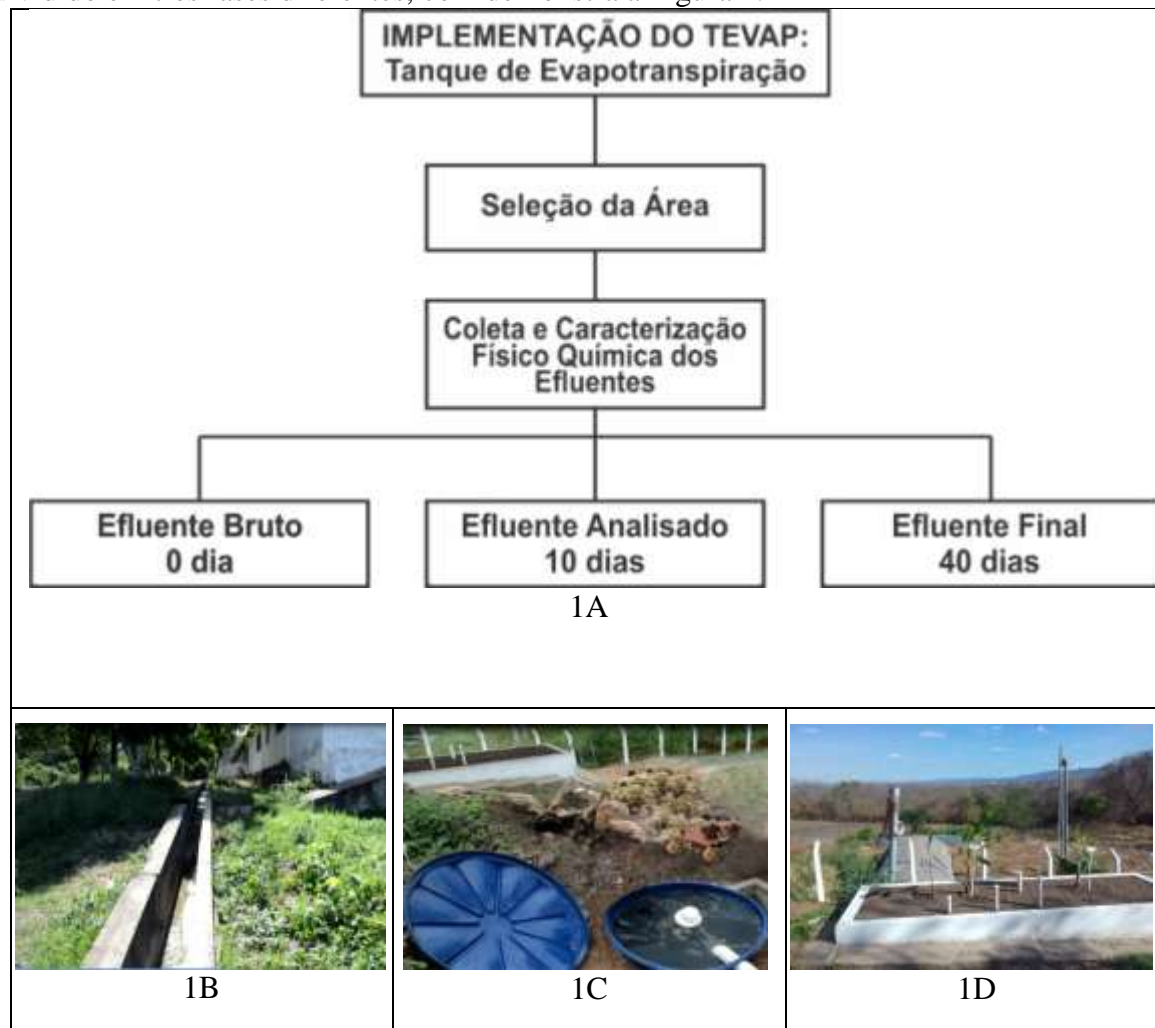
### **2 Delineamento da pesquisa**

O experimento consistiu da implantação de um filtro de remediação, o qual foi instalado no IFCE, *Campus Crato*. A ferramenta de uso sustentável utilizada foi um Tanque de Evapotranspiração (TEvap), que foi produzido e difundido por permacultores de diversas nacionalidades. Trata-se de um tanque impermeabilizado, preenchido com diferentes camadas de substrato e plantado com espécies vegetais de crescimento rápido e alta demanda por água. É um sistema fechado, onde não há infiltração no solo, o qual recebe um determinado efluente, que passa por processos naturais de degradação microbiana da matéria orgânica, mineralização e absorção de nutrientes e da água pelas raízes, e evapotranspiração pelas plantas (Figura 1) (GABIALTI, 2009).

O TEvap foi desenvolvido por praticantes da permacultura, metodologia agrícola desenvolvida no começo dos anos 70 pelos australianos Bill Mollison e David Holmgren, que

visava proporcionar um desenvolvimento integrado da propriedade rural de maneira a manter os ecossistemas produtivos com diversidade, estabilidade e resistência (MOLLISON, 1981). Daí em diante, o termo evoluiu, adquiriu diversas influências, e hoje abriga uma enorme multidisciplinaridade.

O desenvolvimento da pesquisa no intuito de atender aos objetivos propostos foi dividido em três fases diferentes, com demonstra a Figura 1.



**Figura 1.** Locais de amostragem: (1A) fluxograma da implementação do TEvap e suas respectivas fases de coletas para análise; (1B) canaleta por onde percorre os efluentes após a higienização da suinocultura; (1C) caixa de decantação que recebe os dejetos suínos, temporariamente, antes de se armazenarem no TEvap; (1D) TEvap – bacia séptica de remediação com cultura sobreposta, germinada depois de ser evapotranspirada.

### 3 Implantação do TEvap para recepção de efluentes suínos

O TEvap é uma bacia impermeável isolada do lençol freático. Esse Tanque foi construído utilizando ferro, cimento e argamassa armada, uma técnica muito difundida pela Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP, 1987). Dentro dessa bacia impermeável, também denominada de Fossa Séptica, foram colocadas quatro camadas justapostas de diferentes materiais, perfazendo uma altura de 1,20m. As dimensões do tanque (largura e comprimento) dependem da quantidade de efluentes a ser tratada. As dimensões

determinadas para este projeto foram 1,20m x 2,0m x7,0m de altura, largura e comprimento, respectivamente.

As quatro camadas que preencheram o tanque obedeceram à seguinte sequência: na primeira camada foi colocada uma fileira de pneus velhos, em pé e lado a lado, formando um túnel no centro do tanque em toda sua extensão longitudinal. Esses pneus enfileirados formam a câmara de recepção dos efluentes. Em seguida, realizou-se o preenchimento com cascalho e entulho da construção civil nas laterais dos pneus até encobri-los (Anexo A).

Nas experiências conhecidas, a primeira camada tem uma altura variando entre 50 e 70 cm. A segunda camada foi preenchida com uma camada de brita de aproximadamente 10 cm. Na terceira camada ficou preenchida com uma camada de areia de aproximadamente 20 cm. E na quarta e última camada foi preenchida com uma porção de barro variando de 20 a 30 cm.

Na primeira camada acontece a degradação anaeróbica. As camadas seguintes funcionam como um filtro, permitindo a ascensão da água por capilaridade e fazendo a retenção da matéria sólida que será alcançada pelas raízes das plantas.

Desse modo considera-se o TEvap, um filtro de remediação para efluentes, um filtro de remediação para efluentes suínos, tendo em vista o seu potencial para reduzir efeitos nocivos.

#### **4 Proposta para a implantação do sistema TEvap**

A construção do Tanque de Evapotranspiração próximo as canaletas que derramam os efluentes provenientes do criatório de suínos do IFCE, *Campus* Crato, foi de suma relevância para obtenção dos seguintes fatores: redução significativa dos impactos ambientais, ou seja, contaminação do solo, água e ar; respiração mais saudável, para os manejadores da granja suinícola; cultivo alternativo para uma agricultura desejável; e, difusão de um modelo viável e ecologicamente sustentável para todos que constituem a comunidade interna institucional, sejam alunos, professores, técnicos, terceirizados, e também produtores rurais que integram direta ou indiretamente as nossas extensões educacionais.

Um exemplo de solução sustentável é o uso de Tanque de Evapotranspiração (TEvap), que apresenta como vantagens maior viabilidade técnica e financeira (Anexo B), quando comparado com outras soluções tradicionais, além da facilidade operacional, dado não fazer uso de processos mecanizados e ter estruturas de fácil construção e operação (EMATER, 2016).

Durante o trajeto, o efluente é mineralizado e filtrado, através de processos aeróbios de decomposição microbiana. As raízes das plantas localizadas nas camadas superiores se desenvolvem em busca de água e dos nutrientes disponibilizados pela decomposição da matéria orgânica. Através da evapotranspiração, a água é eliminada do sistema, enquanto que os nutrientes presentes são removidos através da sua incorporação à biomassa das plantas. A manutenção do sistema consiste na colheita de frutos, retirada do excesso de mudas, podas e retirada de partes secas de plantas.

Os principais processos físicos, químicos e biológicos envolvidos no funcionamento do TEvap são precipitação e sedimentação de sólidos, atividade microbiana anaeróbia, decomposição aeróbia, movimentação da água por capilaridade e absorção de água e nutrientes pelas plantas (GALBIATI, 2009).

O conceito de reciclagem de água e nutrientes, envolvendo sistemas com plantas no tratamento de efluentes, é uma ideia comum ao saneamento ecológico e à permacultura. O saneamento ecológico tem como enfoque principal o aumento da disponibilidade hídrica pela economia de água e a proteção dos recursos hídricos pelo não lançamento de dejetos nos

curtos de água, possibilitando a reutilização racional de todos os nutrientes presentes nos excretas (ESREY *et al.*, 1998).

## **5 Funcionamento do TEvap**

O efluente ao chegar no TEvap entra pela câmara de recepção, localizada na parte inferior desse tanque, composta por fileira de pneus velhos, permeando, em seguida, as camadas de material cerâmico (tijolos e/ou telhas) e pedras. Tanto na câmara de recepção como na camada de material cerâmico, ocorre a digestão anaeróbia do efluente. A camada de material cerâmico poroso é naturalmente colonizada por bactérias que complementam a digestão.

Aumentando o volume do efluente no tanque, o conteúdo preenche também as camadas superiores, de brita e areia, até atingir a camada de solo acima, através da qual se move por ascensão capilar até a superfície, de onde evapora. Durante esse trajeto, o efluente é mineralizado e filtrado, através de processos aeróbios de decomposição microbiana. Localizadas nas camadas superiores, as raízes das plantas se desenvolvem em busca de água e dos nutrientes disponibilizados pela decomposição da matéria orgânica.

É pela evapotranspiração, que a água é eliminada do sistema, enquanto que os nutrientes presentes são removidos através da sua incorporação à biomassa das plantas. A precipitação e sedimentação de sólidos, degradação microbiana anaeróbia, decomposição aeróbia, movimentação da água por capilaridade e absorção de água e nutrientes pelas plantas, são os principais processos físicos, químicos e biológicos envolvidos no funcionamento do TEvap (PAMPLONA e VENTURI, 2004; MANDAI, 2006).

## **6 Caixa de decantação: uma inserção necessária que antecede o TEvap**

A suinocultura do IFCE utiliza aproximadamente entre 2.000 a 3.000 litros de água para fazer a higienização de todas as baias de criação dos animais, incluindo a lavagem das canaletas. Refletindo sobre a capacidade do Tanque de Evapotranspiração (1,2 x 2,0 x 7,0 = 16.800 litros) e o quantitativo dos efluentes gerados na lavagem, percebeu-se que o TEvap ali implantado, poderia encher-se em pouco tempo e causar uma real transbordação, caso ele viesse receber diretamente e diariamente, aquele volume total produzido após a limpeza realizada na pocilga.

Assim sendo, estudou-se e procurou achar uma solução e, finalmente foi criado um meio necessário, eficaz e viável para impedir que o impacto e prejuízo ambiental acontecessem.

A criatividade para a melhoria e a garantia de um tanque sem risco de transbordar pelo acúmulo de efluentes recebidos, se estabeleceu através da inserção de uma caixa de decantação, entre as canaletas e o TEvap. Essa caixa de decantação é uma caixa d'água confeccionada com o material plástico de polietileno, tem a capacidade de receber e armazenar 500 litros de efluentes, temporariamente, antes que se dirijam ao Tanque de Evapotranspiração, fazendo nela a separação da parte sólida da líquida.

## **7 Operacionalização da caixa de decantação**

Para se fazer o controle da recepção na caixa de decantação dos efluentes provenientes das canaletas anexadas as edificações da suinocultura, e a posterior liberação do volume decantado para migrarem até o Tanque de Evapotranspiração, foi feita a seguinte operacionalização que se executa em dois momentos:

O primeiro momento operacional é o fechamento dessa caixa, de forma natural, através de dois acessórios adaptados e interligados, ou seja, um tampão cilíndrico de madeira improvisado e que é fixado bem próximo a extremidade do cano de 100mm, o qual entra na caixa vindo da canaleta, e uma bóia de isopor também improvisada, fazendo vedar através desse tampão, a entrada dos efluentes na caixa quando essa estiver cheia pela sua capacidade de armazenamento (Anexo C).

O segundo momento operacional é a liberação, por funcionário do setor, de todo quantitativo do efluente da caixa de decantado para o TEvap, através da abertura manual do registro que está fixado no cano de 75mm localizado na saída da caixa de decantação.

### **8A suinocultura do IFCE, Campus Crato**

A suinocultura do Instituto Federal, *Campus Crato*, está instalada, aproximadamente, a um quilômetro da administração dessa instituição escolar. As atividades desenvolvidas pela suinocultura além da missão de promover o Ensino Técnico-Pedagógico, se relacionam ao atendimento de abastecer o refeitório interno do Instituto, participar de exposição agropecuária do Município, realizar a comercialização da carne *in natura* através da cooperativa agrícola anexa à agroindústria, localizada próximo ao refeitório interno do IFCE, e vender animais vivos para criadores, quando o plantel de animais tiver quantidade suficiente para tal negociação.

O plantel atual de suínos do Instituto perfaz um total de 165 animais, constituído por: quatro reprodutores, 30 matrizes gestantes e lactantes, 57 leitões em fase pré-inicial e 29 em fase inicial, e 45 em fase de crescimento e de terminação. O rebanho suíno é composto pelas raças Large White, Duroc Jersey, Landrace, Hampshire e MS-115.

O piso de todo o criatório é cimentado e não se utiliza de qualquer tipo de cama em suas diversas baias de instalações.

A higienização é feita diariamente com a utilização de dois a três mil litros de água, sendo escorridos esses dejetos por canaletas anexadas a parte externa do criatório, sendo parte desse efluente direcionado para o biodigestor, há muitos anos instalado abaixo da pocilga, e com pouca reutilização desse sistema hoje em dia.

Com o novo empreendimento instalado, ou seja, o Tanque de Evapotranspiração, a outra parte do efluente que passa agora pelo processo de decantação, migra para essa bacia séptica inovadora.

### **9 Instalação do hidrômetro na fonte da saída d'água que higieniza toda suinocultura**

O hidrômetro, equipamento tecnológico que se faz presente, principalmente em residências urbanas, tem como principal objetivo controlar e registrar o quantitativo de água que se gasta para o uso. Esse hidrômetro está hoje implantado dentro das instalações da suinocultura do IFCE, *Campus Crato*, para se fazer o levantamento de quanto se utiliza de água, precisamente, por setor de criação de suínos, quando da limpeza dos dejetos produzidos por esta atividade zootécnica bastante explorada (Anexo D).

### **10 Coleta, armazenamento de amostras e análise físico-química dos efluentes**

Os eventos de amostragem foram realizados nos seguintes intervalos: primeiro dia (primeira amostragem), 10º dia (segunda amostragem) e 40º dia (terceira amostragem).

Os empreendimentos que contêm as amostragens e fazem parte do Sistema de tratamento dos efluentes foram localizados na seguinte sequência: primeiro (local 1: caixa de decantação), contendo o Efluente bruto; segundo (local 2: TEvap), contendo o Efluente analisado; e terceiro (local 3: após filtro de remediação), contendo o Efluente final, onde após

ter passado pela filtração, resultou na separação sólido-líquido e na água residual tratada (após as etapas biológicas).

## 11 Análises físico-químicas e microbiológicas

As análises físico-químicas e microbiológicas foram realizadas durante o período de agosto a setembro de 2018, pelo Laboratório de Análises Físico-Químicas de Águas e Efluentes (LAAE), da Faculdade de Tecnologia Centec (FATEC/Cariri), do Instituto Centro de Ensino Tecnológico (CENTEC), localizado na cidade de Juazeiro do Norte, Ceará, cerca de 13 km de distância do Instituto Federal (Anexo E). As coletas se deram na caixa de decantação e no TEvap implantadas atrás da suinocultura do IFCE, *Campus Crato*.

Os parâmetros físico-químicos analisados foram: temperatura, demanda química de oxigênio (DQO), oxigênio dissolvido (OD), potencial hidrogeniônico (pH), sólidos suspensos (SS), sólidos suspensos totais (SST), sólidos dissolvidos totais (SDT), condutividade elétrica, nitrogênio amoniacal e nitrato, ferro total, dureza, alcalinidade e cloretos. Os procedimentos analíticos foram realizados de acordo com o *Standard Methods for the Examination of Water Wastewater* (APHA, 2005) e Manual de Análises Físico-Químicas de Águas de Abastecimento e Residuárias (OLIVEIRA e SILVA, 2001).

## 12 Análise estatística

Os dados paramétricos foram averiguados por análise de variância (ANOVA), com posterior teste de Tukey (VIEIRA, 2008), em três experimentos independentes, efetuados em triplicata. O nível de significância mínimo ( $\alpha$ ) adotado foi de 0,05. A eficiência do sistema também foi avaliada, de acordo com Viancelliet al. (2013), seguindo a fórmula:

$$\text{Eficiência} = (X_0 - X) / X_0 \cdot 100$$

Onde,

$X_0$  = concentração inicial; e

$X$  = concentração final.

## Resultados e Discussão

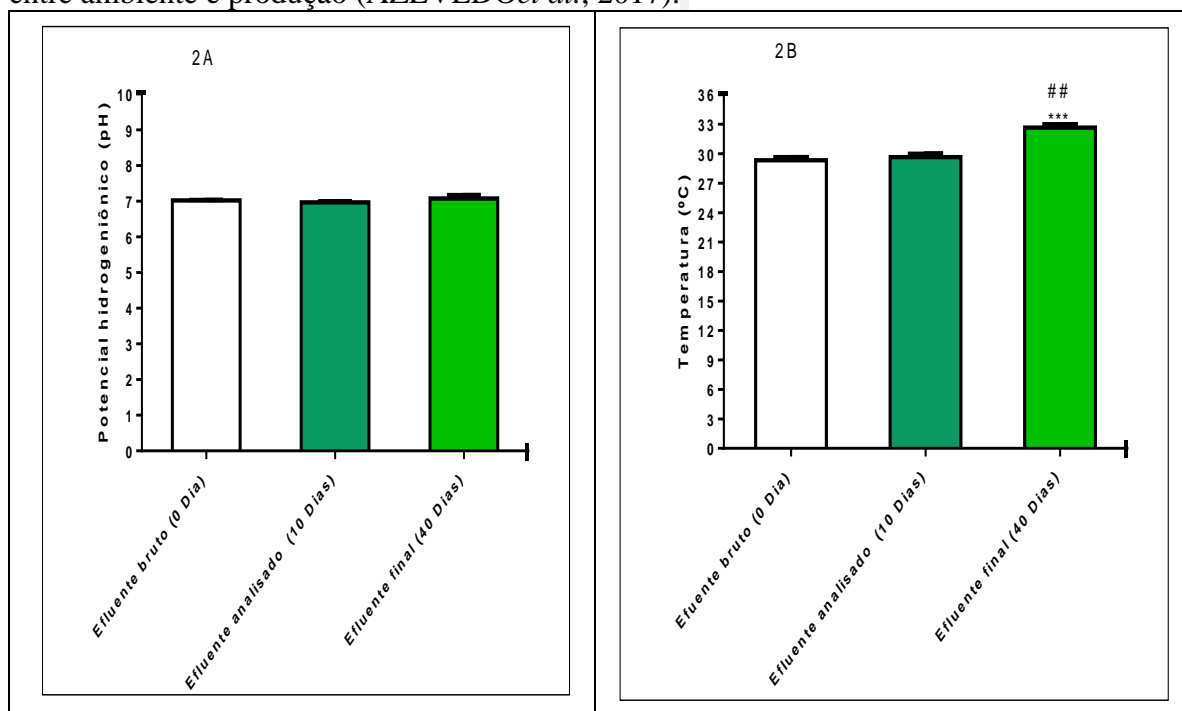
Os efluentes suínos devem ser manuseados corretamente para evitar impactos ambientais negativos (VIANCELLI et al., 2013). O TEvap, o qual consiste em um filtro de remediação, para efluentes suínos, foi avaliado como alternativa de tratamento para dejetos suínos, a fim de minimizar os riscos à saúde. Investigou-se os parâmetros físico-químicos, avaliados antes (controle: Efluente bruto) e após o tratamento, 10 dias (Efluente analisado) e 40 dias (Efluente final). Além disso, foi realizada avaliação microbiológica. O perfil químico do sistema TEvap neste estudo foi semelhante ao observado por Steinmetz et al. (2009) e Viancelliet al. (2013) em outros sistemas para suínos.

Não se observou alteração estatisticamente significativa no potencial hidrogeniônico (pH) (Figura 2A). Uma opção para amenizar esse problema seria a adição de um processo de inativação após o Efluente final, como a elevação do pH, acima de 10, pela aplicação de cal (VANOTTI et al., 2005). Quanto à temperatura, o Efluente final exibiu aumento significativo, quando comparado ao Efluente Bruto e ao Efluente tratado (Figura 2B).

Nos sistemas biológicos, a influência da temperatura é bastante importante, pois as velocidades das reações bioquímicas são diretamente afetadas pela temperatura (DE OLIVEIRA, 1993; MARTENS e BÖHM, 2009). Sugere-se que a temperatura da água é um dos fatores mais importante para prever a sobrevivência de coliformes fecais como parâmetro de qualidade dos efluentes lançados em ecossistemas hídricos (FAUST,

1976). Geralmente, apenas processos termofílicos são adequados para a inativação de patógenos, porque as bactérias são inativadas dentro de um prazo razoável (MARTENSEBÖHM, 2009).

Processos biológicos aeróbicos e anaeróbicos são capazes de inativar microrganismos, e a eficiência da inativação de patógenos está relacionada a diversos fatores, como antibiose, potencial redox, antagonismo, deficiências nutricionais e metabolismo exotérmico (VIANCELLI *et al.*, 2013). Tratamento desse resíduo é essencial para maximizar a integração entre ambiente e produção (AZEVEDO *et al.*, 2017).



**Figura 2.** Potencial hidrogeniônico (pH) (2A) e temperatura (2B) de amostras dos efluentes suínos antes e após o tratamento com o TEvap. Os resultados são a média de três experimentos independentes, efetuados em triplicata. \*\*\*=Diferenças em relação ao controle; ### = Diferenças entre os grupos ( $p < 0.001$ ).

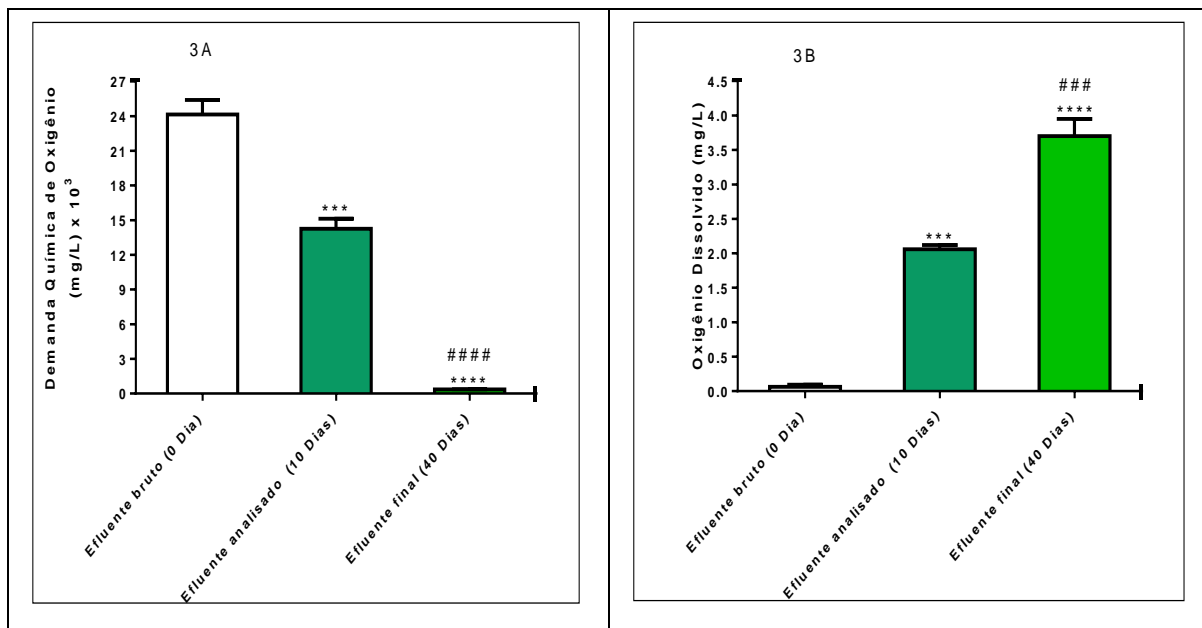
Comparando-se os parâmetros analisados individualmente, observou-se diferentes perfis de remoção ao longo do tratamento. O parâmetro demanda química de oxigênio (DQO), que expressa a quantidade de oxigênio para oxidar quimicamente a matéria orgânica (DE OLIVEIRA, 1993; SANTOS *et al.*, 2017), neste estudo, apresentou uma queda progressiva ao longo de todo o sistema TEvap.

A DQO exibiu redução significativa entre o Efluente final e o Efluente bruto (controle). Já, quando comparado ao controle, o Efluente Analisado foi reduzido significativamente (Figura 3A). Entre os tempos testados, o Efluente final foi reduzido significativamente em relação ao Efluente tratado. A eficiência do sistema foi de 40,00% para o Efluente tratado e 98,00% para o Efluente final. Resultado similar foi encontrado por Santos *et al.* (2017), cujas médias de remoção total de DQO e de DBO foram 96,70 e 98,40%, respectivamente. Observa-se que, de um modo geral, os atributos relacionados à remoção física, foram removidos com eficiência, provavelmente em decorrência da sedimentação nos interstícios, retenção por restrição ao escoamento (filtração) e adesão aos grânulos dos materiais do sistema.

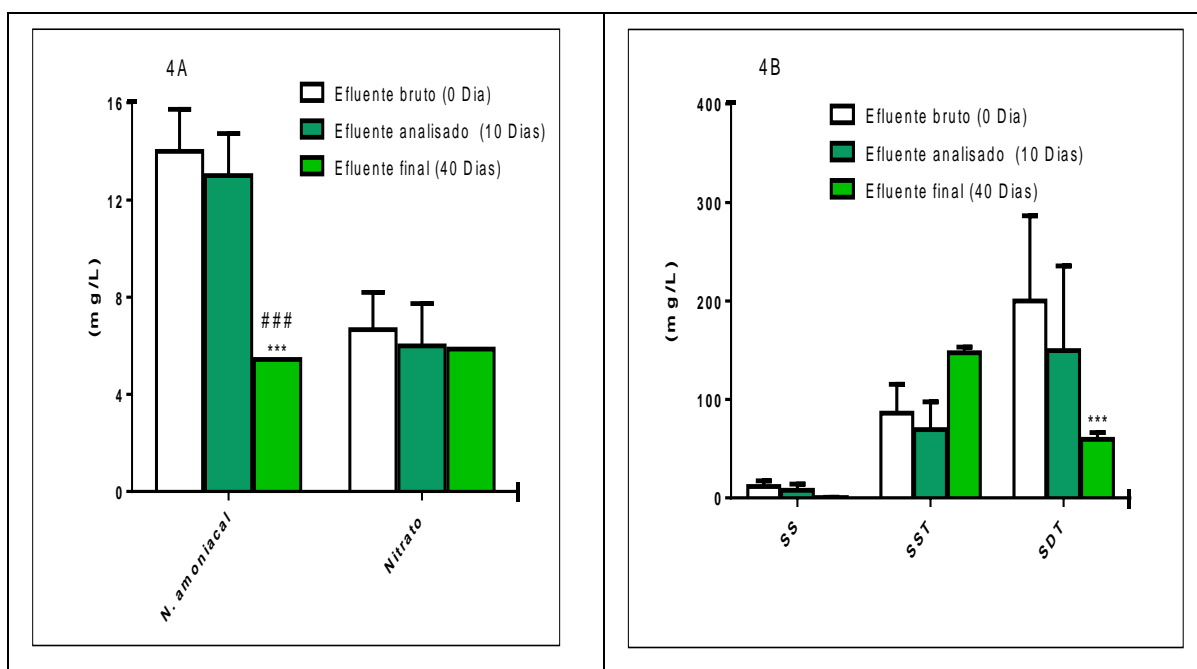


Os níveis de oxigênio dissolvido (OD) (Figura 3B) exibiram variação significativa quando comparados ao Efluente bruto (controle). O Efluente analisado aumentou 2 mg/L, enquanto o Efluente final exibiu aumento do OD em 3,7 mg/L, estatisticamente significativo quando comparado ao Efluente bruto e ao Efluente tratado (NUNES *et al.*, 2011).

Os níveis de nitrogênio amoniacal do Efluente final exibiram redução significativa quando comparados ao Efluente bruto. Entre os tempos testados, ocorreram alterações significativas, o Efluente final, mostrou redução estatisticamente significativa quando comparado ao Efluente analisado (Figura 4A). Com relação aos níveis de nitrato não ocorreram quaisquer alterações.



**Figura 3.** Demanda química de oxigênio (DQO) (3A) e oxigênio dissolvido (OD) (3B), de amostras dos efluentes suínos antes e após o tratamento com o TEvap. Os resultados são a média de três experimentos independentes, efetuados em triplicata. \*\*\*=Diferenças em relação ao controle; #### = Diferenças entre os grupos ( $p < 0.001$ ).



**Figura 4.** Teores de nitrogênio amoniacal e nitrato de amostras (4A) dos efluentes suínos antes e após o tratamento com o TEvap. Sólidos suspensos (SS), Sólidos suspensos totais (SST) e Sólidos dissolvidos totais (SDT) (4B) de amostras dos efluentes suínos antes e após o tratamento com o TEvap. Os resultados são a média de três experimentos independentes, efetuados em triplicata. \*\*\*=Diferenças em relação ao controle; ### = Diferenças entre os grupos (p <0.001).

Não houve nenhuma alteração significativa nos sólidos suspensos (SS) e sólidos suspensos totais (SST), quando comparados ao Efluente bruto e entre os tratamentos, Efluente analisado e Efluente final. Já entre os tratamentos, observou-se redução para sólidos dissolvidos totais (SDT), enquanto no SST, houve aumento no Efluente final (Figura 4B). Quanto à eficiência de remoção do sistema TEvap, para SS, SST e SDT foi de 73,00%, 60,00% e 48,00% para o Efluente tratado e 98,00%, 42,00% e 42,00% para o Efluente final, respectivamente.

Portanto, a eficiência obtida neste estudo para SS (73,00% e 98,00%) pode ser considerada satisfatória, considerando que a água residuária de suinocultura em tratamento possui uma carga orgânica ampla. Outro relato demonstra que as concentrações médias de SST e SSV no Efluente final foram 138 e 134 mg.L<sup>-1</sup>, respectivamente (NUNES *et al.*, 2011). O efluente proveniente dessa atividade possui alto teor de sólidos suspensos e matéria orgânica, além de alta concentração de nutrientes, principalmente fósforo e nitrogênio (SAMPAIO *et al.*, 2007).

Os parâmetros condutividade elétrica (Figura 5A), alcalinidade (Figura 5B), ferro, dureza total, cloretos (Figura 5C) e coliformes (Figura 5D), exibiram diferenças estatísticas em relação ao controle e aos tratamentos testados (Efluente tratado e Efluente bruto). Há uma relação linear para a condutividade em função dos sólidos totais e dissolvidos em sua maioria, em todas as águas residuárias, suinocultura, laticínio e industrial (SAMPAIO *et al.*, 2007). Provavelmente um tempo maior de operação dos filtros possibilite maiores eficiências de remoção das variáveis, em razão da maior formação e estabilidade do biofilme.

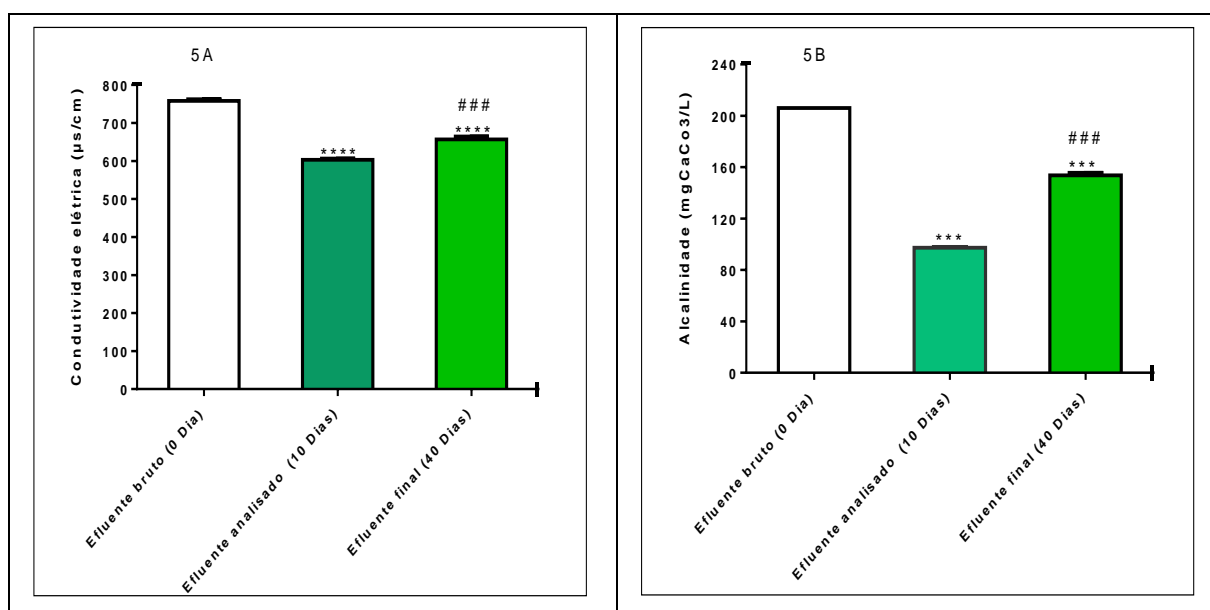
O perfil bacteriano apresentou redução significativa dos coliformes totais, diminuindo de 150 no Efluente bruto para 11 CF/100 mL x 10<sup>3</sup> no Efluente final. Portanto, o sistema em estudo demonstrou ser eficaz na redução do número de coliformes ao longo do tratamento.

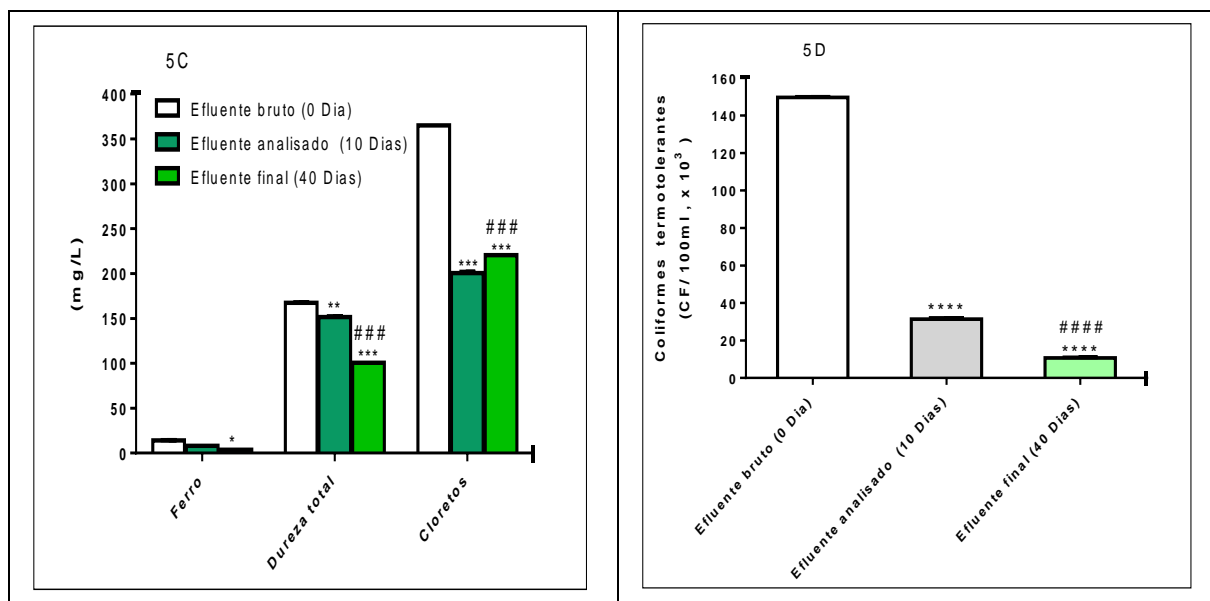
Viancelli *et al.*(2013) observaram redução de  $5,04 \pm 0,06$  no Efluente bruto para  $2,97 \pm 0,15$  logCFU mL<sup>-1</sup> no Efluente final. A redução total de coliformes foi esperada, uma vez que a redução do material orgânico durante o tratamento foi expressiva. Viancelli *et al.*(2013) sugeriram que o processo anaeróbico diminuiu os indicadores fecais devido a um aumento na competição microbiológica por substrato.

Houve um aumento em sua produção, e essa atividade é diretamente dependente dos recursos naturais, exigindo uma alta demanda de água e gerando uma alta quantidade de resíduos que devem ser adequadamente tratados. É por isso que é necessário que aqui haja uma consciência adequada do impacto de tal atividade sobre os recursos hídricos e o meio ambiente (GOMES e BARIZON, 2014; SCHNEIDER e CARRA, 2016).

Medeiros *et al.*(2015) observaram que as cultivares de algodão adubadas com efluente suíno obtiveram melhor desempenho de massa seca, absorção e acumulação de nutrientes quando comparado com a cultura que não foi irrigada com este biofertilizante. Pereira *et al.* (2010) verificaram que a produção de pimentão doce não foi contaminada por termotolerantes coliformes e *Salmonella* sp., ao utilizar águas residuárias de suinocultura após tratamento preliminar.

A redução significativa de quase todos os parâmetros analisados após o tratamento com o TEvap sugere que essa pode ser uma boa alternativa para o tratamento de efluentes suínos, embora a principal desvantagem dessa abordagem seja ausência de alteração no pH. Redução similar foi relatada por Pereira *et al.* (2010), ao avaliar remoção de efluentes suínos, os quais ressaltam que atenção tem sido dada por agências governamentais sobre a produção de suínos em áreas confinadas, devido ao potencial de poluição e problemas relacionados à epidemiologia.





**Figura 5.** Condutividade elétrica (5A), alcalinidade (5B), ferro, dureza total e cloretos (5C) e coliformes termotolerantes (5D) de amostras dos efluentes suínos antes e após o tratamento com o TEvap. Os resultados são a média de três experimentos independentes, efetuados em triplicata. \*\*\*=Diferenças em relação ao controle; ### = Diferenças entre os grupos ( $p < 0.001$ ).

Com relação à demanda de água no manejo suíno, para a realização de uma higienização feita nas baias de criações de suínos, isto é, nos setores de reprodução, gestação, maternidade, creche e na canaleta, que conduz todo os dejetos dos locais lavados, a partir da avaliação e registro pelo Hidrômetro instalado dentro do criatório, verificou-se consumo na razão de 1.250 L/41min. de água. Tal resultado pode subsidiar e assegurar o controle e uso da disponibilidade desse recurso hídrico tão importante.

## Conclusão

O sistema adotado, composto por um sistema anaeróbio (TEvap), mostrou alta eficiência em escala total no remoção de matéria orgânica e sólidos, atingindo valores acima de 98,00% para DQO, e redução significativa de outros parâmetros, confirmando assim sua viabilidade no tratamento de águas residuárias de suínos.

Os resultados físico-químicos e microbiológicos indicam que o efluente tratado pode ser reutilizado possivelmente para produção de culturas e limpeza de instalações de suínos. No entanto, os resultados mostram a necessidade de tratamento adicional para alcançar uma inativação completa, para os casos em que o contato direto com animais seja necessário.

**3 CAPÍTULO II.**  
**PERCEPÇÃO DE ESTUDANTES DO CURSO DE ZOOTECNIA E DE TÉCNICO EM**  
**AGROPECUÁRIA SOBRE O DESENVOLVIMENTO DE UM FILTRO DE**  
**REMEDIÇÃO PARA EFLUENTES SUÍNOS (TEvap)**

## **Resumo**

Os estudantes do curso de Zootecnia e de Técnico em Agropecuária do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), *Campus Crato*, tradicionalmente usam a literatura para identificar problemas com dejetos e efluentes de suínos, contudo, uma ferramenta de aplicação sustentável foi utilizada nesta pesquisa como alternativa. A aprendizagem baseada em aplicação de modelos sustentáveis sobre Educação Ambiental pode afetar positivamente as atitudes, comportamentos e aprendizado do aluno, mas pouco se sabe sobre o conhecimento acerca de Tanques de Evapotranspiração (TEvap) com fins sustentáveis. Além disso, este assunto constitui um contexto pouco estudado, cada vez mais importante, para a aprendizagem efetiva. Este estudo propôs desenvolver uma proposta de educação ambiental por meio da implantação do TEvap, para o tratamento ecológico sustentável de dejetos de suínos no IFCE, *Campus Crato*, no intuito de minimizar os danos ambientais, e avaliar os impactos da ferramenta no processo de formação de estudantes de Zootecnia e de Técnico em Agropecuária, perante 60 participantes, 30 de duas salas de aula, dos semestres intermediários do IFCE, *Campus Crato*. Foram apresentadas palestras e

oficinas, com demonstrações e funcionamento do TEvap, sua construção e finalidades, com o viés da sustentabilidade. Os dados sobre o efeito da aprendizagem e o nível de conhecimento, foram coletados após a demonstração do uso do TEvap. Os resultados demonstraram a aplicabilidade de um modelo de prática sustentável, que amplia a compreensão, relevância e viabilidade, aliada à melhoria dos resultados da aprendizagem acerca de Educação Ambiental, com a consequente mudança de hábitos e atitudes, além de produzir e divulgar informações do TEvap no meio acadêmico.

**Palavras-chave:** Tanque de Evapotranspiração, efluentes suínos, sustentabilidade, Educação Ambiental, aprendizagem.

## **Abstract**

The students of course of Zootechny and Agricultural Technician of the Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), *Campus Crato*, traditionally use the literature to identify problems with pig manure and effluent, however, a sustainable application tool was used in this research as alternative. Learning based on sustainable models of Environmental Education can positively affect student attitudes, behaviors, and learning, but little is known about the knowledge about sustainable Evapotranspiration Tanks (TEvap). In addition, this subject constitutes a little studied context, increasingly important, for the effective learning. This study proposes to develop a proposal of environmental education through the implementation of TEvap, for the ecologically sustainable treatment of swine manure at the IFCE, *Campus Crato*, in order to minimize environmental damage, and evaluate the impacts of the tool in the training process of students of Zootechny and Agricultural Technician, with 60 participants, 30 of two classrooms, of intermediate semesters of the IFCE, *Campus Crato*. Lectures and workshops were presented, with demonstrations and

functioning of TEvap, its construction and aims, with the sustainability bias. Data on the learning effect and level of knowledge were collected after the demonstration of the use of TEvap. The results demonstrated the applicability of a sustainable practice model that enhances understanding, relevance and feasibility, combined with improved learning outcomes on Environmental Education, with consequent changes in habits and attitudes, as well as producing and disseminate TEvap information in the academic medium.

**Keywords:** Evapotranspiration tank, swine effluents, sustainability, Environmental Education, learning.



## Introdução

A criação de suínos é um dos setores da pecuária brasileira que mais se desenvolveu nos últimos dez anos. A cadeia produtiva de carne suína no país apresenta um dos melhores desempenhos econômicos no cenário nacional e internacional, sendo esse crescimento notado quando são analisados os vários indicadores socioeconômicos, tais como volume de produção e exportação, número de empregos gerados pela atividade, entre outros (ABIPECS, 2012).

Quanto ao consumo de carne ela é a mais consumida no mundo, embora tenha restrições em alguns países devido aos hábitos, proibições religiosas e dogmáticas (GERVASIO, 2013).

A utilização de resíduos orgânicos como fonte de matéria orgânica e nutrientes para as culturas (BERTOL *et al.*, 2010) é uma prática comum para melhorar as propriedades físicas e químicas do solo, reduzindo por sua vez a necessidade de fertilizantes inorgânicos (VIELMO *et al.*, 2011).

Nesse contexto, alguns produtores que possuem a área disponível para descarte dos dejetos gerados nas unidades de produção é insuficiente, e a maioria deles, encontram dificuldades em cumprir a legislação vigente, desrespeitando o período de armazenamento, volume pré-estabelecido pela legislação e a recomendação de adubação indicada pelo extencionista e baseada na análise de solo. No entanto, isto tem ocasionado problemas de poluição dos solos e das águas, decorrentes principalmente, do manejo inadequado dos dejetos, do elevado volume aplicado e/ou pelas sucessivas aplicações que extrapolam a capacidade suporte do solo (SCHERER *et al.*, 2010).

A aplicação dos dejetos de animais oriundos das explorações pecuárias como fertilizante em áreas agrícolas, é uma prática comum, em regiões de produção intensiva de animais (BASSO *et al.* 2012), por ser uma alternativa de baixo custo benefício para descarte desses resíduos produzidos na propriedade (MONDARDO *et al.*, 2009; SEGAT, 2012).

A disposição dos dejetos de suínos no sistema solo planta, quando realizada de maneira apropriada pode trazer benefícios, tais como, fonte de nutrientes para as plantas, incremento de matéria orgânica para o solo (BERTOL *et al.*, 2010), melhoria das propriedades químicas e físicas do solo e redução do uso de fertilizantes químicos (VIELMO *et al.*, 2011). Por outro lado, quando feita sem critérios agrônômicos e ambientais, pode causar desequilíbrios químicos, físicos e biológicos no solo, poluição das águas superficiais e subterrâneas, perdas de produtividade e redução da diversidade de plantas e organismos do solo (CAMPOS, 2010).

O suíno moderno começou a ser desenvolvido no início do século passado, através do melhoramento genético com o cruzamento de raças puras. Pressionados por uma melhor produtividade para tornar a espécie economicamente mais viável e pelas exigências da população por um animal com menos gordura, devido à substituição dela pelas margarinas vegetais, os técnicos e criadores passaram a desenvolver um suíno (e não mais porco) com 30,00% de massa anterior e 70,00% de posterior.

Os suínos começaram a apresentar menores teores de gorduras na sua carcaça e a desenvolver massas musculares proeminentes, especialmente nas suas carnes nobres, como o lombo e o pernil. No início dessa fantástica seleção, o suíno apresentava 40,00 a 45,00% de carne magra e espessuras de toucinho de cinco a seis centímetros. Atualmente, graças aos programas de genética e nutrição, o suíno moderno apresenta de 55,00 a 60,00% de carne magra na carcaça e apenas 1,5 a um centímetro de espessura de toucinho. Tal evolução foi muito forte e eficiente também nas áreas de sanidade, manejo e instalações (ABPA, 2018).

Segundo a ABIPECS (2011) o Brasil ocupou a quarta posição entre os principais produtores mundiais de carne suína, chegando a produção de 3,22 milhões de toneladas, perdendo apenas para a China com 49,5 milhões de toneladas, União Européia com 22,53

milhões de toneladas e Estados Unidos com 10,27 milhões de toneladas. Ainda segundo a ABIPECS (2011) o maior plantel de suínos encontra-se na região sul do país, em Santa Catarina.

O reúso da água é uma das alternativas utilizadas para o enfrentamento do problema, sendo importante instrumento de gestão ambiental do recurso hidráulico e detentor de tecnologias já consagradas para a sua adequada utilização (MANCUSO e SANTOS, 2003).

Considerando o quadro acima descrito, nas últimas décadas, a educação profissional tem sido profundamente discutida, em vista dos desafios resultantes das mudanças estruturais do mundo moderno nos mais diversos segmentos, com ênfase nos aspectos sociais, culturais, políticos e avanços tecnológicos da modernidade. Dessa forma, vive-se a era do conhecimento, caracterizada por ambientes de rápidas mudanças e acentuada evolução tecnológica, em decorrência da velocidade das informações.

Cabe à educação profissional realizar uma proposta pedagógica que forme cidadãos aptos a se inserirem neste mundo do trabalho, propiciando-lhes o domínio de práticas sociais e produtivas. A educação deve possibilitar a compreensão da realidade, com o fim de dominá-la e transformá-la, e a escola, ao perseguir uma pedagogia com base nesse princípio, não é somente ativa, mas viva e criadora. Entretanto, os alunos que estão cursando a Faculdade de Zootecnia integrados no IFCE, *Campus* Crato, são jovens, e parte deles, mesmo tendo escolhido esse curso de nível acadêmico, ainda se encontra indecisa quanto à escolha profissional. Neste sentido, o currículo integrado é o espaço no qual o jovem pode ter acesso a uma gama de experiências que lhe permitam vivenciar o processo de qualificação profissional e o processo de formação geral. Além disso, o conhecimento gerado a partir de tal integração pode se estender à comunidade.

O presente estudo representa uma pesquisa pedagógica para os cursos de Zootecnia e Técnico em Agropecuária. Os conceitos e percepções que traz com relação aos conhecimentos sobre o meio ambiente e educação ambiental, e da alternativa viável e inovadora da implementação do Tanque de Evapotranspiração (TEvap) para os efluentes suínos, interferem, contribuem e enriquecem positivamente, na teoria e prática pedagógica, contribuindo significativamente na formação dos alunos.

De acordo com Trajber e Sato (2010) os espaços educadores sustentáveis são aqueles que têm a intencionalidade pedagógica de se constituir em referências concretas de sustentabilidade socioambiental.

As águas residuárias sofrem um tratamento biológico no TEvap, onde os microrganismos presentes (bactérias e fungos) decompõem a matéria orgânica, liberando nutrientes, que são absorvidos pelas raízes das plantas, e o excesso de água evapotranspirado para a atmosfera, na forma de água pura. Assim, este tipo de tratamento transforma águas residuárias altamente impactantes negativamente, quando descartadas no ambiente, em nutrientes utilizáveis pelas plantas produzidas (bananeiras e outras) e água tratada para a atmosfera (PAES, 2014).

O sistema apresentado para tratamento dos efluentes suínos, ou seja, o TEvap, destaca-se como uma das alternativas ecológicas mais sustentáveis, evidenciado pelo baixo impacto ambiental e por se caracterizar na simplicidade construtiva e operacional. A vantagem mais significativa desse sistema é que ele processa quase que completamente a carga poluidora presente nas águas residuárias, transformando-a em materiais inofensivos e até mesmo úteis para o desenvolvimento das plantas (OLIVEIRA *et al.*, 2007).

O TEvap se apresenta como uma alternativa econômica e de perfeita viabilidade, representando uma grande relevância para o tratamento de efluentes, evitando assim, através de sua implantação, contaminações no meio ambiente. Pode ser uma perfeita solução para o tratamento de águas residuárias em propriedades urbanas ou rurais com deficiência no tratamento de dejetos. Para isso foi realizado um projeto com o objetivo comum disseminar

informações necessárias e providenciar parcerias com órgãos responsáveis, como a Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Ceará (EMATER-CE), a fim de executar este sistema de tratamento de águas contaminantes (FERNANDES *et al.*, 2015).

Nesse contexto, o objetivo deste estudo foi desenvolver e investigar o efeito de uma proposta de Educação Ambiental acerca da implantação de um Tanque de Evapotranspiração (TEvap), sobre a percepção de estudantes para o tratamento ecológico de efluentes suínos no IFCE, *Campus* Crato, Ceará, e divulgar essa alternativa sustentável nas comunidades rurais no entorno do Instituto, Sítio Palmeirinha, Distrito Santa Fé, Crato, Ceará.

## **Material e Métodos**

### **1 Tipo de estudo**

Trata-se de um estudo qualitativo, o qual foi realizado, no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), *Campus* Crato. A ferramenta de uso sustentável construída, foi um Tanque de Evapotranspiração (TEvap) a fim de ser desenvolvida e difundida por permacultores de diversas nacionalidades. Consiste em um tanque impermeabilizado, preenchido com diferentes camadas de substrato e plantado com espécies vegetais de crescimento rápido e alta demanda por água. Trata-se de um sistema fechado, onde não há infiltração no solo, o qual recebe um determinado efluente, que passa por processos naturais de degradação microbiana da matéria orgânica, mineralização e absorção de nutrientes e da água pelas raízes, e evapotranspiração pelas plantas (Anexo F).

O instrumento utilizado para a coleta dos dados foi um questionário semiestruturado e a observação participante (GIL, 1991; GOLDENBERG, 2005) (Anexo G).

### **2 Educação, trabalho, ciência e tecnologia nos Institutos Federais**

O Brasil de hoje participa do ciclo de revolução tecnológica com grau relevante de conhecimento no processo de transformação da base científica e tecnológica. No que concerne à inovação tecnológica, trata-se de uma oportunidade singular para a educação profissional e tecnológica que passa a exercer um papel, não único, porém, fundamental, no crescimento que o país vivencia (PACHECO, 2018).

A educação para o trabalho nessa perspectiva se entende como potencializadora do ser humano, enquanto integralidade, no desenvolvimento de sua capacidade de gerar conhecimentos a partir de uma prática interativa com a realidade, na perspectiva de sua emancipação. Na extensão desse preceito, trata-se de uma educação voltada para a construção de uma sociedade mais democrática, inclusiva e equilibrada social e ambientalmente. As políticas públicas e inclusivas para a educação, em especial, para a educação profissional e tecnológica, representam a intensificação da luta pela construção de um país que busca sua soberania e a decisão de ultrapassar a condição de mero consumidor para a de produtor de ciência e tecnologia (PACHECO, 2018).

O desafio colocado para os Institutos Federais no campo da pesquisa é, pois, ir além da descoberta científica. Em seu compromisso com a humanidade, a pesquisa, que deve estar presente em todo trajeto da formação do trabalhador, representa a conjugação do saber na indissociabilidade pesquisa, ensino e extensão. E mais, os novos conhecimentos produzidos pelas pesquisas deverão estar colocados a favor dos processos locais e regionais numa perspectiva de reconhecimento e valorização dos mesmos no plano nacional e global (PACHECO, 2018).

A educação profissional e pedagógica relacionada ao projeto de pesquisa, foi inicialmente ministrada em salas de aulas, informando todo conhecimento técnico científico com a participação interativa dos professores das disciplinas relacionadas a implantação do TEvap.

### **3 População e amostra**

Os participantes foram 60 estudantes, sendo 30 do curso de Zootecnia e 30 do curso de Técnico em Agropecuária. Os alunos foram convidados a participar, com a possibilidade de compreender melhor o uso sustentável do TEvap.

Quanto à amostra do grupo de alunos, foram considerados participantes potenciais, todos aqueles, a partir da maioridade, e cursando os semestres intermediários.

Informações escritas sobre a finalidade do estudo foram fornecidas aos alunos antes do início do experimento. Todos os participantes tiveram a garantia de que suas respostas seriam tratadas confidencialmente e informados que o estudo obteve aprovação pelo Comitê de Ética e Pesquisa em humanos (CEP). Finalmente, os participantes foram informados de que poderiam se retirar do estudo a qualquer momento sem consequências.

### **4 Demonstração do Tanque de Evapotranspiração (TEvap)**

Inicialmente, foram realizadas palestras e oficinas sobre o TEvap, demonstrando seu uso, funcionamento e implicações sustentáveis (Anexo H). Posteriormente, questionários foram aplicados para avaliar o efeito da ferramenta TEvap.

A construção do tanque próximo as canaletas que derramavam os efluentes provenientes do criatório de suínos do IFCE, *Campus Crato*, foi de suma relevância para obtenção dos seguintes fatores: redução significativa dos impactos ambientais, ou seja, contaminação do solo, água e ar; respiração mais saudável, entorno da área de criação, para os manejadores da granja suinícola; cultivo alternativo para uma agricultura desejável; e, sobretudo, para difundir um modelo viável e ecologicamente sustentável para todos que constituem a Comunidade Institucional, alunos, professores, técnicos, e também aqueles produtores rurais que integram direta ou indiretamente as nossas extensões educacionais.

O sistema promove a reciclagem dos nutrientes, através do reaproveitamento dos excretas, previne a contaminação direta do meio ambiente, causada pela descarga de dejetos nos mananciais e demais ecossistemas. Outro benefício é que se devolvem os nutrientes ao solo e às plantas, reduzindo-se com isso a necessidade de fertilizantes industriais (ESREY *et al.*, 1998).

O conceito de reciclagem de água e nutrientes, envolvendo sistemas com plantas no tratamento de efluentes, é uma ideia comum ao saneamento ecológico e à permacultura. O saneamento ecológico tem como enfoque principal o aumento da disponibilidade hídrica pela economia de água, a proteção dos recursos hídricos pelo não lançamento de dejetos nos cursos de água, possibilitando a reutilização racional de todos os nutrientes presentes nas excretas (ESREY *et al.*, 1998).

### **5 Análise estatística**

Os dados foram tratados pela Estatística Descritiva (REIS, 1998), distribuídos em categorias conforme (BARDIN, 2009). Gráficos foram construídos, a fim de demonstrar as categorias criadas no estudo.

## **6 Análise e minimização de riscos**

Quanto aos riscos, foi considerado que a participação na pesquisa acarretaria riscos mínimos habituais, sobretudo de constrangimento durante a aplicação do questionário. Entretanto, para reduzi-lo, este foi realizado em um ambiente individual e reservado e conforme a disponibilidade do participante, evitando-se, por parte do pesquisador, comentários e expressões que pudessem deixar o entrevistado pouco à vontade.

## **7 Aspectos éticos da pesquisa**

Quanto aos aspectos éticos, foram atendidas todas as exigências das Diretrizes e Normas da Pesquisa Envolvendo Seres Humanos, regulamentada pelas Resoluções 466/12 e 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde.

A pesquisa adotou os cuidados éticos quanto à garantia do sigilo em relação às informações coletadas e da privacidade dos informantes, sendo encaminhada para apreciação pelo Comitê de Ética em Pesquisa do IFCE.

Dessa forma, este projeto foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa do IFCE, realizado o contato com a direção da instituição e posteriormente com os participantes do estudo, onde foram esclarecidos os objetivos do estudo e a importância de sua participação. Ao aceitarem participar, foram entregues os Termos de Consentimento Livre e Esclarecido, para assinatura dos colaboradores, manifestando a concordância dos mesmos em participar voluntariamente da pesquisa (Anexos I e J).

## **Resultados e Discussão**

Nesta pesquisa foi avaliada a percepção de 60 participantes, sendo 30 alunos dos cursos de Zootecnia e 30 de Técnico em Agropecuária do IFCE, *Campus Crato*.

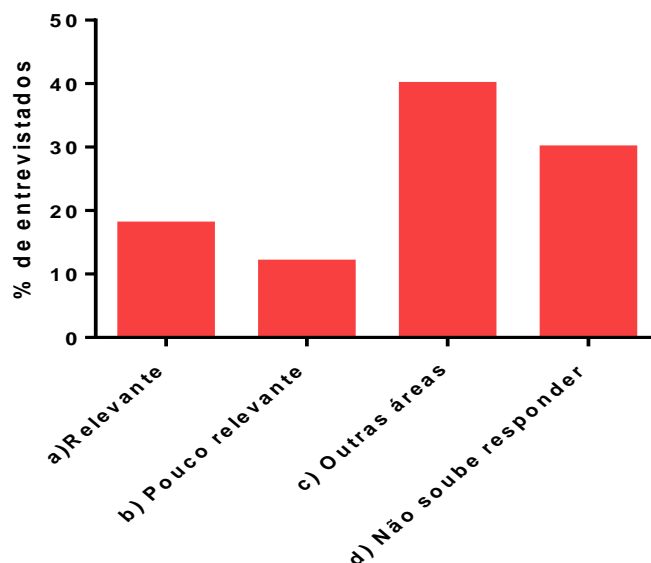
A aprendizagem difundida foi acerca do conhecimento e aplicabilidade de modelos viáveis a respeito e praticidade de Educação Ambiental, na implementação do TEvap, para a remediação ecológica e sustentável de efluentes suínos da suinocultura do IFCE, bem como dos suinocultores rurais mencionados, no intuito de minimizar os danos ambientais e, avaliar os impactos da ferramenta no processo de formação de estudantes e pequenos produtores.

As condições higiênico-sanitárias da maioria dos criadores de suínos, apresentaram riscos sanitários elevados com potenciais prejuízos ambientais, onde também são carentes de uma estratégia ensino-aprendizagem. Com o interesse de facilitar o processo de aprendizagem, a percepção didático-pedagógica vem favorecer e transformar tanto ao aluno como o produtor rural, em elementos beneficiários desse processo educacional técnico-científico.

Os conceitos e percepções que os professores trazem com relação aos temas Meio Ambiente e Educação Ambiental interferem na sua prática pedagógica, bem como, na formação dos alunos, pois dificultam uma visão mais crítica, participativa e reflexiva desses com relação ao mundo que os cerca (DE OLIVEIRA BEZERRA *et al.*, 2008). A Figura 1 representa a relação existente entre o conhecimento sobre dejetos suínos e a Profissão de Zootecnista.

Constatou-se que é relevante entorno de 18,00% dos questionados, apesar de terem conhecimento de outras fontes receptivas para os efluentes suínos (40,00%) e que 30,00% não souberam responder.

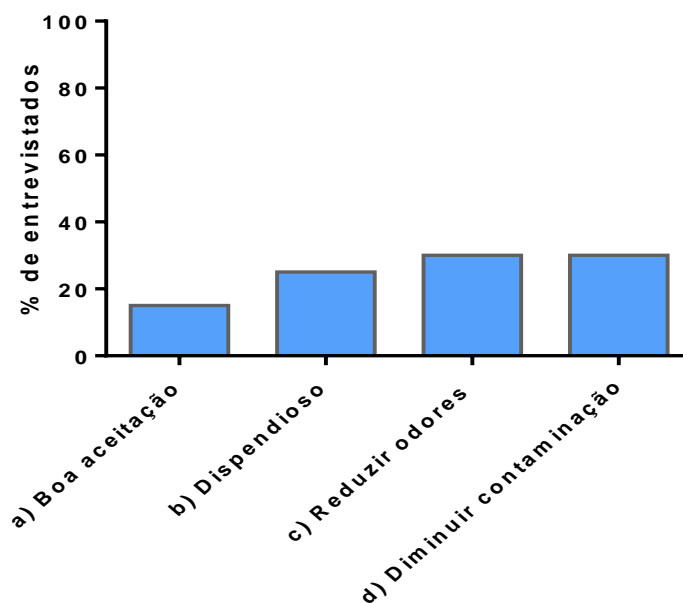
Quanto aos questionamentos realizados, foi avaliado e observado o conhecimento que os alunos tinham sobre a importância do Tanque de Evapotranspiração para a recepção dos dejetos suínos.



**Figura 1.** Relação de conhecimento sobre dejetos de origem animal com a profissão de Zootecnista.

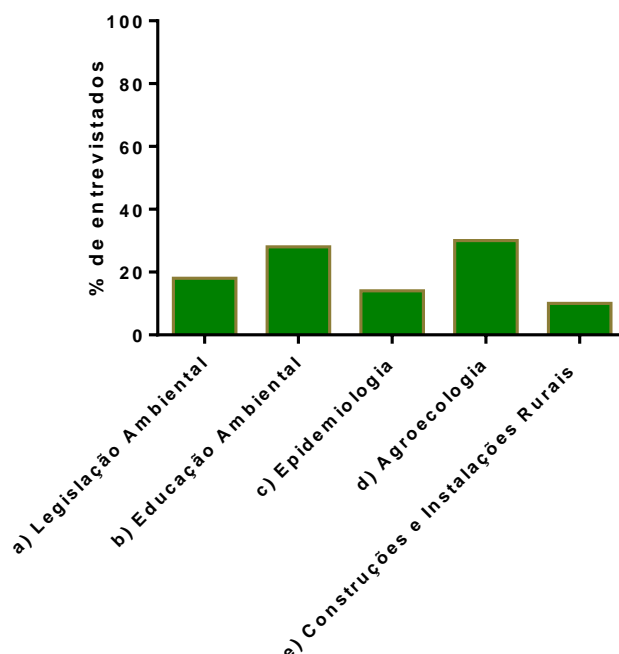
É justificado por Trevisan e Martins (2006) ao afirmarem que, alguns professores sentem dificuldades em estabelecer uma relação entre a informação científica e as vivências cotidianas dos alunos, dessa forma, a sua prática pedagógica acaba priorizando “a reprodução do conhecimento”.

Na representação esquemática apresentada na Figura 2, é mostrado o resultado da aceitação e das consequências favoráveis para construção do TEvap. Acima de 20,00% dos entrevistados percebem que o TEvap proporciona a redução de odores e diminui a contaminação.



**Figura 2.** Aceitação da proposta de construção de Tanque de Evapotranspiração.

De acordo com a Figura 3, o TEvap interagiu com as seguintes disciplinas que são específicas para essa pesquisa e que mais tem conhecimento técnico científico nessa abordagem: Legislação Ambiental, Educação Ambiental, Epidemiologia, Agroecologia, Construções e Instalações Rurais e Extensão Rural.



**Figura 3.** Disciplinas nas quais houve abordagem sobre o tratamento de efluentes suínos.

Com relação às disciplinas que abordam a atividade suinícola, percebeu-se que as mais importantes que contemplam o tema foram exatamente as citadas, ou seja, Legislação Ambiental, Educação Ambiental, Epidemiologia, Construções e instalações rurais, Agroecologia. Diante dessas ciências pedagógicas, a percepção de diversos autores tem

noções semelhantes ao nosso conhecimento. Quanto à Legislação e à Educação Ambiental é evidente que a conservação da natureza e a ética ambiental são fundamentais para o conhecimento e a prática didático-pedagógica.

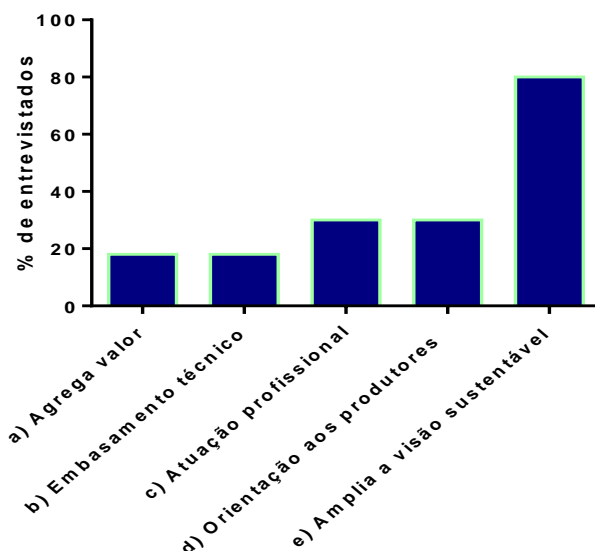
Conceituação similar é citado por Fernandes *et al.*(2004) onde o estudo da percepção ambiental é de fundamental importância para que possamos compreender melhor as inter-relações entre o homem e o ambiente, suas expectativas.

A falta de tratamento de dejetos resultantes da criação de suínos, em escala industrial, está se transformando na maior fonte poluidora de mananciais de água no Brasil, onde rios e lagos contaminados podem provocar inúmeras doenças, tais como: verminoses, alergias, hepatites, hipertensão, câncer de estômago e esôfago, além de trazer desconforto à população com a proliferação de moscas, borrachudos, mosquitos, erosão do solo e mau cheiro (ROCHA *et al.*, 2006).

De acordo com a Constituição da República, com as Constituições Estaduais e com as Leis Orgânicas Municipais, considera-se o saneamento e a salubridade ambiental direitos do cidadão a serem assegurados pelo estado(ROCHA *et al.*, 2006).

Queiroz *et al.*(2002), demonstraram que populações que dependem de fontes alternativas, como poços ou que vivem em áreas rurais, estão expostas a maiores contaminações.

Como mostra a Figura 4, quanto ao conhecimento abordado sobre o destino do efluente suíno com relação ao TEvap, para 70,00% dos entrevistados o sistema promoveu um grande desempenho na ampliação e visão sustentável.



**Figura 4.** Contribuição do conhecimento sobre destino adequado dos efluentes suínos.

Nas atividades de pesquisa realizadas tanto no entorno da suinocultura do IFCE, *Campus* Crato, quanto nas propriedades rurais dos agricultores familiares circunvizinhas a este Instituto Educacional, os alunos e produtores rurais assimilaram os conhecimentos demonstrados em sala de aula, salão comunitário, respectivamente, através de slides e também visitas técnicas ao sistema TEvap implantado.

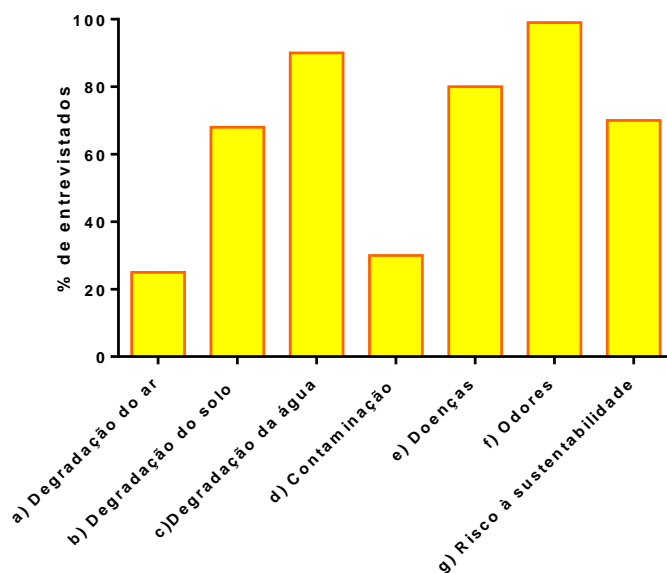
No local da construção do empreendimento séptico, docentes, discentes e suinocultores estiveram presentes para perceberem na prática, a implementação do Tanque com todos os detalhes da construção, funcionamento e vantagens para o meio ambiente e para os manejadores. O perfil deste estudo teve resultado similar ao de MÜLLER JÚNIOR(2014), onde, segundo ele, dentre as atividades executadas estão a realização de um dia de campo



sobre a gestão e uso adequado de dejetos suínos na agricultura e a recuperação de áreas degradadas, com a presença de estudantes e produtores rurais.

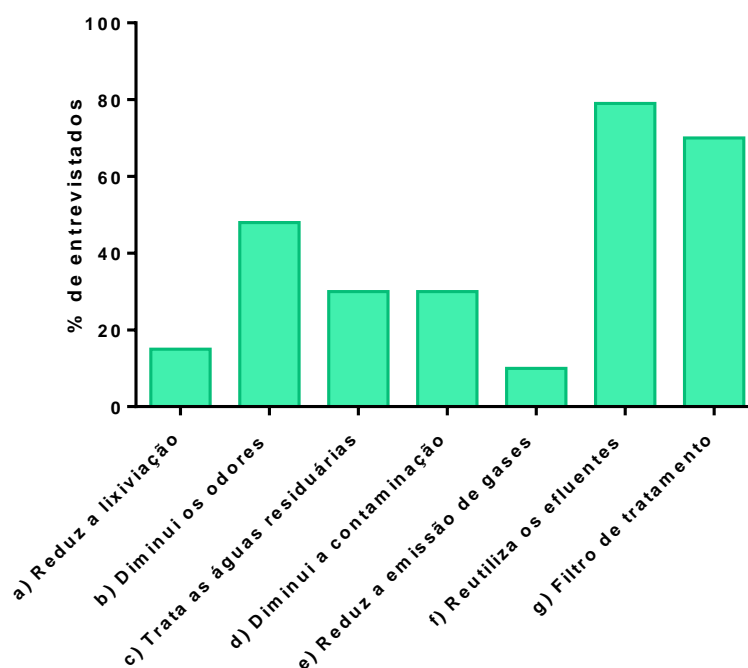
Nessa etapa da pesquisa, foram relatados os impactos ambientais causados pela suinocultura, como mostra a Figura 5, onde a degradação da água e o acúmulo de odores foram os mais percebidos, 85,00% e 95,00%, respectivamente, pelos entrevistados.

Um dos grandes problemas relacionados a suinocultura é a produção de efluentes que geram odor e poluição do solo e da água da propriedade, entre outras degradações. Conforme Donadio e Boga (2008), se o dejetos suíno não estiver com características adequadas pode poluir o solo, sendo que a excessiva quantidade de nutrientes desequilibra a composição natural da terra e pode resultar na ineficiência quanto ao seu uso agrícola. A contaminação da água pode ocorrer em grande parte pelo efluente, que em suma são descartados em córregos, riachos e até mesmo em rios. Machado (2009) reportou que, como os dejetos suínos possuem alto índice de nutrientes e organismos patogênicos, podem estimular o crescimento e multiplicação de bactérias e fungos, quando são lançados *in natura*. Quanto à contaminação do ar, segundo Machado (2009), em torno de 50,00% dos animais criados nesses ambientes possuem problemas de saúde, podendo afetar também os criadores devido à exposição aos locais com elevadas concentrações de poeira e gases nocivos, que promovem danos ao sistema respiratório.



**Figura 5.** Impactos ambientais causados pela suinocultura.

O experimento foi implantado junto a suinocultura do IFCE, *Campus Crato*, e essa alternativa para as águas residuárias, foi notadamente percebida pelos entrevistados, conforme Figura 6, que a reutilização dos efluentes foi o ponto mais avaliado (78,00%) e com melhor finalidade de tratar o meio ambiente com maior segurança.



**Figura 6.** Percepção do TEvap como alternativa para diminuir os riscos ambientais.

Na atividade suinícola percebe-se que a maioria dos produtores rurais tem pouco conhecimento da prática da gestão ambiental. Mas, com a implementação dessa inovadora bacia de remediação, os riscos ambientais se minimizam e, numa realidade semelhante a essa concepção, Paulo e Bernardes (2014) afirmaram que o TEvap é uma tecnologia proposta por permacultores para tratamento e reuso de águas contaminadas e consiste em um sistema plantado, onde ocorre decomposição anaeróbia da matéria orgânica, mineralização e absorção dos nutrientes e da água pelas raízes.

## Conclusão

A percepção dos estudantes demonstrou que eles possuem noção que o assunto envolve várias áreas de conhecimento, destacando-se as disciplinas: Legislação Ambiental, Agroecologia, Construções e Instalações Rurais.

A maior parte dos entrevistados percebeu que o TEvap promoveu um grande desempenho na ampliação e visão sustentável para o meio ambiente e sustentabilidade.

Os principais impactos ocasionados pela suinocultura são: odores, degradação da água e doenças.

A implantação do TEvap pode minimizar impactos da suinocultura.

O TEvap constitui uma alternativa tecnológica viável, economicamente de baixo custo e de fácil replicabilidade para os produtores.

#### 4 DISCUSSÃO GERAL

O conjunto de resultados obtidos neste estudo aborda a investigação dos parâmetros físico-químicos e microbiológico dos efluentes suínos tratados com um sistema de evapotranspiração denominado TEVAP, e a percepção de estudantes sobre o impacto do sistema. É de fundamental relevância a implantação desses sistemas próximo às canaletas que escoam os efluentes do criatório de suínos do IFCE, *Campus Crato*, visto que é crescente o desenvolvimento da suinocultura, composto atualmente por um plantel de 165 animais, com o conseqüente surgimento de impactos negativos ao meio ambiente, em decorrência de tal atividade.

Ressalta-se que a falta de evidências sobre a eficiência de um filtro de remediação dessa natureza, aliado a percepção ambiental tem sido pouco estudada. Nesse sentido, alternativas de tratamento são fundamentais, visto que o impacto da suinocultura nas comunidades tem gerado preocupação para a comunidade científica.

Na primeira etapa deste estudo, foi feita uma avaliação dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos, juntamente com a eficiência de remoção, a qual foi avaliada em diferentes tempos, incluindo o Efluente bruto e o Efluente tratado após 10 e 40 dias, respectivamente, Efluente analisado e Efluente final.

A avaliação físico-química e microbiológica mostrou que o sistema TEvap foi bastante eficiente na remoção de poluentes e coliformes termotolerantes, cuja utilização poderá ser disseminada entre as comunidades rurais, devido ao baixo custo. Os dados deste estudo corroboram com as descrições para tratamentos similares, mencionadas por Orrico Junior *et al.* (2010).

A análise do potencial hidrogeniônico (Ph) não exibiu alteração. Houve redução de substâncias químicas (DQO, nitrogênio amoniacal, cloretos), SDT, temperatura, alcalinidade, condutividade elétrica, dureza total e coliformes termotolerantes, para os Efluentes analisado e final. Verificou-se aumento do oxigênio dissolvido (OD). A eficiência do sistema com relação a DQO, para o Efluente analisado, foi de 40,00%, e para o Efluente final, foi de 98,00%.

Tratamentos semelhantes têm despertado bastante interesse em várias pesquisas devido à eficiência na remoção de substâncias (FERNANDES *et al.*, 2014; CREMONEZ *et al.*, 2015; PECORARO, 2015), além do baixo custo de implementação do Tanque de Evapotranspiração, aliado à eficiência na remoção de carga orgânica, junto as comunidades rurais, possibilita a mitigação de impactos negativos ao meio ambiente, propiciando a prevenção na transmissão de possíveis enfermidades.

Como esse assunto constitui um contexto pouco estudado, cada vez mais importante, para a aprendizagem efetiva, na etapa seguinte desse estudo, realizou-se avaliação da percepção de estudantes no IFCE.

Quanto à percepção dos estudantes do curso de Zootecnia e de Técnico em Agropecuária do IFCE, *Campus* Crato, através das disciplinas curriculares entre as que mais se destacaram foram: Legislação ambiental, Agroecologia, Construções e Instalações Rurais. Ressalta-se que a importância e implantação do TEvap poderá prevenir os possíveis impactos ambientais.

A percepção dos entrevistados mostrou que quando questionados sobre a relação existente entre o conhecimento sobre dejetos suínos e a profissão de Zootecnista, conceberam que esse conhecimento, envolve várias áreas de conhecimento. Quanto à aceitação da proposta de construção de Tanque de Evapotranspiração pelos suinocultores, consideraram satisfatória e entenderam que pode reduzir os níveis de contaminação. Este estudo teve resultado semelhante ao de Appratto (2017).

Quanto ao conhecimento abordado sobre o destino do efluente suíno para o TEvap, verificou-se que 70,00% dos entrevistados, perceberam que promoveu um grande desempenho na ampliação e visão sustentável para o meio ambiente e sustentabilidade, caso semelhante é recomendado por Silva *et al.* (2010).

Foram relatados que com relação aos impactos ambientais causados pela suinocultura, acima de 80,00% dos entrevistados, observaram que causam odores, degradação da água e doenças, também demonstrado por Ribas e Michaloski (2017).

## 5 CONCLUSÃO GERAL

Esta pesquisa avaliou os parâmetros físico-químicos e microbiológicos dos efluentes suínos, através da implantação do TEvap e o impacto sobre a educação dos estudantes do curso de Zootecnia e de Técnico em Agropecuária.

Os resultados com relação aos parâmetros físico-químicos mostraram que o potencial hidrogeniônico (ph) não exibiu alteração. Houve redução de substâncias químicas (DQO, nitrogênio amoniacal, cloretos), SDT, temperatura, alcalinidade, condutividade elétrica, dureza total e coliformes termotolerantes, para os efluentes tratado e final. Verificou-se aumento do oxigênio dissolvido (OD). A eficiência do sistema com relação a DQO, para o Efluente analisado, foi de 40,00%, e para o Efluente final, foi de 98,00%.

Foi constatado na evolução e conclusão do presente trabalho uma experiência significativa, reflexiva e gratificante para todos os alunos participantes.

Os estudos a respeito do tema elaborado influenciaram na atualização do conhecimento dos atores ou protagonistas da pesquisa, onde experimentaram e assimilaram um nível de aprendizagem sobre a importância da alternativa sustentável para a recepção dos efluentes suínos, beneficiando o meio ambiente e preservando de possíveis danos a saúde.

Durante o trabalho desenvolvido, com aulas teóricas e práticas realizadas na implantação do empreendimento construído ao lado da suinocultura do IFCE, *Campus* Crato, percebeu-se que os dejetos causariam um grande impacto e prejuízo ao meio ambiente caso essa alternativa moderna e ecologicamente viável não fosse implementada.

As relações pesquisadores e técnico administrativos com docentes foram bastante participativas, onde a metodologia aplicada ao ensino aprendizagem obteve êxito nas assimilações, inovações e razões para difusões nas comunidades rurais.

Com relação a avaliação dos conhecimentos adquiridos pelos alunos sobre o TEvap no decorrer da pesquisa, verificou-se a motivação e o interesse dos mesmos quanto aos aconselhamentos referentes a Educação Ambiental, em se tratando dos dejetos suínos.

Com relação às comunidades rurais, foi feita explanação do projeto, onde foi demonstrado por eles percepções de compreensão, valorização e planos para futura instalação desse empreendedorismo ecossistêmico.

Portanto, ao término dessa pesquisa, percebeu-se que o trabalho contribuiu significativamente para uma nova visão de professores, alunos e técnicos do IFCE, *Campus Crato*, despertando interesse e planejamento para uma nova metodologia educacional a ser ministrada a respeito de uma ferramenta agroecológica e viável, instalada entorno da suinocultura desse Instituto, e disponibilizando para aplicabilidade em outras Instituições interessadas.

## 6 RECOMENDAÇÕES FINAIS

Considerando os resultados promissores obtidos com a construção do TEvap nos testes de parâmetros físico-químicos dos efluentes tratados com esse sistema, pode-se aprofundar ainda mais esses estudos com relação ao mecanismo de ação da implantação de tal tratamento, bem como, sua disseminação entre os pequenos produtores.

É possível também avaliara germinação e o crescimento de variedades vegetais submetidas ao tratamento com o TEvap, e testar seu efeito sobre os parâmetros bioquímicos e fisiológicos, além de outros efeitos desses efluentes, onde o conteúdo dessa água residuária possa ter na sua composição outros elementos de potencial toxicológico. Dessa forma, tem-se a perspectiva de concretizar:

- Identificar, detalhadamente, todo resíduo que é lançado como excreta ao se fazer limpeza nos ambientes; locais esses onde se guarda, se utiliza de medicamentos e dos materiais de desinfecção, que também são lançados no piso das baias, quando se faz a higienização.
- Demonstrar, a partir de estudos mais detalhados, o mecanismo pelo qual os efluentes com metais pesados são capazes de prejudicar não somente o meio ambiente, mas também a saúde daquelas pessoas que trabalham diretamente no manejo de suínos.
- Planejar a inserção de outra canaleta e respectiva fonte de recepção para os excrementos provenientes dos locais acima mencionados, para não mais se interligarem com os dejetos da suinocultura.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABCP. **Guia básico de utilização do cimento Portland**. São Paulo: Associação Brasileira de Cimento Portland, 1987.
- ABIPECS. **Ranking Mundial**. São Paulo: Associação Brasileira da Indústria Produtora e Exportadora de Carne Suína, 2011.
- ABIPECS. **Brazilian Pork**. São Paulo: Associação Brasileira da Indústria Produtora e Exportadora de Carne Suína, 2012.
- ABPA. **História da Suinocultura no Brasil**. São Paulo: Associação Brasileira de Proteína Animal, 2018. Disponível em: <<http://abpa-br.com.br/setores/suinocultura>>. Acesso em: 25 mar. 2018.
- AGUIDA, L.M.; DEPINÉ, H.; OLIVEIRA, D.A.; KAUFMANN, V.; PINHEIRO, A. Caracterização de resíduos da suinocultura, da indústria têxtil e de urina humana para aplicação como fertilizante. **Revista de Estudos Ambientais**, v.18, n.2, p.52-61, 2017.
- AMARAL, A.L.; SILVEIRA, P.R.S.; LIMA, G.J.M.M.; KLEIN, C.S.; PAIVA, D.P.; MARTINS, F.; KICH, J.D.; ZANELLA, J.R.C.; FÁVERO, J.; LUCKE, J.V.; BORDIN, L.C.; MIELE, M.; HIGARASHI, M.M.; MORÉS, N.; COSTA, O.A.D.; OLIVEIRA, P.A.V.; BERTOL, T.M.; SILVA, V.S. **Boas práticas de produção de suínos**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2006.

ANDREAZZI, M.A.; DOS SANTOS, J.M.; LAZARETTI, R.M. Estudo sobre a destinação dos resíduos da suinocultura em granjas do estado do Paraná. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v.19, n.3, p.744-751, 2015.

APHA. **Standard methods for the examination of water and waste water**. 21. ed. Washington: American Public Health Association, 2005.

APPRATTO, L.D.V.F.B. **Produtividade da cultura do sorgo forrageiro sob diferentes regimes de irrigação superficial em vasos com reúso de efluente da suinocultura**. 2017, 48f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Agrícola) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, Alegrete, 2017.

ARAÚJO, N.S.; MONTENEGRO, R.C.; MARANGUAPE, J.S. Uso de tecnologias no tratamento de dejetos de suínos para redução dos impactos ambientais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, VII., 2016, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais e de Saneamento, 2016.

AZEVEDO, F.K.D.; FEIDEN, A.; SAMPAIO, S.C.; ALBERTON, G.C.; SCHNEIDER, L.T.; BONASSA, G.; FRIGO, E.P.; SANTOS, R.F. Treatments and utilization of swine waste in Brazil. **African Journal of Agricultural Research**, v.12, n.8, p.542-549, 2017.

BARCELLOS, D.D.; SOBESTIANSKY, J.; PIFFER, I.A. Utilização de vacinas em produção de suínos. **Suinocultura Dinâmica**, v.5, n.19, p.1-10, 1996.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2009.

BARRETO, N.S.E. *et al.* Avaliação do impacto ambiental no rio Subaé, São Francisco do CondeBA, através de bi indicadores de contaminação fecal. **Magistra**, v. 25, n. 2, p. 164-169, 2013.

BARROS, F.M.; MARTINEZ, M.A.; MATOS, A.T.; ROCHA, F.A.; SILVA, D.P. Mineralização de nitrogênio em dejetos de suínos. **Enciclopédia Bioesfera**, v.7, n. 12, p.1-12, 2011.

BASSO, C.J.; CERETTA, C.A.; FLORES, E.M.M.; GIROTTO, E. Teores totais de metais pesados no solo após aplicação de dejetos líquidos de suínos. **Ciência Rural**, v. 42, p. 653-659, 2012.

BATISTA, R.O.; MARTINEZ, M.A.; PAIVA, H.N.; BATISTA, R.O.; CECON, P.R. O efeito da água residuária da suinocultura no desenvolvimento e qualidade de mudas de *Eucalyptus urophylla*. **Ciência Florestal**, v. 24, n. 1, p. 127-135, 2014.

BERTOL, O.J.; FEY, E.; FAVARETTO, N.; LAVORANTI, O.J.; RIZZI, N.E. Mobilidade De P, Cu E Zn em Colunas de Solo sob Sistema de Semeadura Direta Submetido às Adubações Mineral e Orgânica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, p. 1841-1850, 2010.

BOESCH, D.F. Challenges and opportunities for science in reducing nutrient over-enrichment of coastal ecosystems. **Estuaries**, v. 25, n. 4b, p. 886-900, 2002.

BRASIL. Lei nº 9.605, De 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 1998.

BRASIL. **Vigilância e controle da qualidade da água para o consumo**. Brasília: Secretaria de Vigilância em Saúde, 2006.

BRASIL. Lei nº 11.892, de 29 de dezembro de 2008. Institui a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, cria os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 2008.

BRASIL. Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 2011. p. 39.



CAMPOS, G. **Gestão de resíduos na suinocultura do Distrito Federal sob a ótica da produção mais limpa**. 2014, 141f. Dissertação (Mestrado de Agronegócios) – Universidade de Brasília, Brasília, 2014.

CAMPOS, M.S. **Placas planas a base de cinza de cama sobreposta de suínos e fibra de sisal para piso de escamoteadores com diferentes fontes de aquecimento**. 2010, 157f. Tese (Doutorado em Zootecnia) –Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2010.

CARDOSO, B.F.; OYAMADA, G.C.; SILVA, C.M. Produção, tratamento e uso dos dejetos suínos no Brasil. **Desenvolvimento em Questão**, v.13, n.32, p.127-145, 2015.

CARVALHO, P.L.C.; VIANA, E.F. Suinocultura SISCAL e SISCON: análise e comparação dos custos de produção. **Custos e Agronegócio**, v. 7, n. 3, p. 2-20, 2011.

CONAMA. Resolução nº 237, de 19 de dezembro de 1997. Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 1997. v. 247, seção 1, p. 30841-30843.

CONAMA. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água edretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 2005. v. 53, p. 58-63.

CONSTANTINI, V.P.; AZEVEDO, A.C.; LI, X.; WILLIAMS, M.C.; MICHEL, F.C.; SAIF, L.J. Effects of different animal waste treatment technologies on detection and viability of porcine enteric viruses. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 73, p. 5284–5291, 2007.

CORDEIRO, J.; SANCHEZ, L.R.; DOS SANTOS, W.R.; MISSIO, R.F.; PAVLAK, R.J. Crescimento de mudas de florestais submetidas à diferentes dosagens de adubação com água residuária da suinocultura. **Brazilian Journal of Development**, v. 4, n. 7, p. 3862-3875, 2018.

CREMONEZ, P.A.; ROSSI, E.; FEROLDI, M.; TELEKEN, J.G.; FEIDEN, A., DIETER, J. Codigestão de água residual de suinocultura e vinhaça sob diferentes condições térmicas. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 38, n. 1, p. 103-110, 2015.

DEMELO, A.M.; GONÇALVES, M.L.A.; DOS SANTOS, T.C.G.; XIMENES, T.C.F.; EL-DEIR, S.G. A gestão ambiental como ferramenta para manejo e recuperação de áreas contaminadas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, VI., 2015, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais, 2015. p. 1-4.

DE OLIVEIRA, P.A.V. **Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos**. Concórdia: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves, 1993.

DE OLIVEIRA BEZERRA, T.M.; FELICIANO, A.L.P.; ALVES, A.G.C. Percepção ambiental de alunos e professores do entorno da Estação Ecológica de Caetés - Região Metropolitana do Recife-PE. **Biotemas**, v. 21, n. 1, p. 147-160, 2008.

DE PRÁ, M.C.; KUNZ, A.; BORTOLI, M.; PERONDI, T.; CHINI, A. Simultaneous removal of TOC and TSS in swine wastewater using the partial nitrification process. **Journal of Chemical Technology and Biotechnology**, v. 87, n. 12, p. 1641-1647, 2012.

DONADIO, A.P.; BOGA, P.B.F. Questões ambientais frente ao cenário econômico da política de produção animal em escala industrial. 2008.

DRUMOND, L.C.D.; ZANINI, J.R.; FERNANDES, A.L.T.; RODRIGUES, G.P. Uniformidade de distribuição superficial e subsuperficial de água e de água residuária de suinocultura com irrigação por aspersão em malha. **Engenharia Agrícola**, v.26, p.415-425, 2006.

EMATER. **Tanque de evapotranspiração para o tratamento de efluentes do vaso sanitário**. Rio de Janeiro: Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural, 2016.

EMILIANI, F.; GONZÁLES, S.M.P. Bacteriological quality of Bendetti Lake (Santo Tome, Santa Fé Province, Argentina) and associated environmental variables. **Revista Argentina de Microbiologia**, v. 30, n. 1, p. 30-38, 1998.

EPAGRI-CIRAM. **Inventário das terras da sub-bacia hidrográfica do rio Coruja/Bonito**. Florianópolis/SC: Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, Centro Integrado de Informações de Recursos Ambientais, 2000.

ESPINOZA, A.C.; ARIAS, C.F.; SÁNCHEZ-COLÓN, S.; MAZARI-HIRIART, M. Comparative study of enteric viruses, coliphages and indicator bacteria for evaluating water quality in a tropical high-altitude system. **Environmental Health**, v. 8, p. 49, 2009.

ESREY, S.A.; GOUGH, J.; RAPAPORT, D.; SAWYER, R.; SIMPSON-HÉBERT, M.; VARGAS, J.; WINBLAD, U. **Ecological Sanitation**. Stockholm: Swedish International Development Cooperation Agency, 1998.

ESTEVES, F. **Fundamentos de limnologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011.

FAUST, M.A. Coliform bacteria from diffuse sources as a factor in estuarine pollution. **Water Research**, v. 10, n. 7, p. 619-627, 1976.

FERNANDES, A.C.; PANDOLFI, M.A.C.; SCABELO, C.; GROSSI, S.F. A viabilidade do tratamento de águas negras através do tanque de evapotranspiração no meio rural. In: SIMPÓSIO DE TECNOLOGIA DA FATEC TAQUARITINGA, III., 2015, Taquaritinga. **Anais...** Taquaritinga: Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga, 2015. v. 3, n. 1.

FERNANDES, D.M.; COSTANZI, R.N.; FEIDEN, A.; SOUZA, S.N.M.; KITAMURA, D.S. Processo de biodigestão anaeróbia em uma granja de suínos. **Ambiência**, v.10, n.3, p. 741-754, 2014.

FERNANDES, R.S., SOUZA, V.J.; PELISSARI, V.B.; FERNANDES, S.T. O uso da percepção ambiental como instrumento de gestão em aplicações ligadas às áreas educacional, social e ambiental. In: ENCONTRO DA ANPPAS, 2., 2004, Indaiatuba. **Anais...** Indaiatuba: Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade, 2004. p. 1-15.

GALBIATI, A.F. **Tratamento domiciliar de águas negras através de tanque de evapotranspiração**. 2009, 38f. Dissertação (Mestrado em Tecnologias Ambientais) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2009.

GERVASIO, E.W. **Suinocultura - Análise da Conjuntura Agropecuária**. Paraná: Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento do Paraná, 2013.

GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1991.

GOLDENBERG M. **A arte de pesquisar - como fazer pesquisa qualitativa em Ciências Sociais**. 9. ed. Rio de Janeiro-São Paulo: Record, 2005.

GOMES, M.A.F.; BARIZON, R.R.M. **Panorama da contaminação ambiental por agrotóxicos e nitrato de origem agrícola no Brasil: cenário 1992/2011**. Jaguariúna: Embrapa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2014.

GUIMARÃES, D.D.; AMARAL, G.F.; MAIA, G.B.S.; LEMOS, M.L.F.; ITO, M.; STEPHANIE, C. Suinocultura: estrutura da cadeia produtiva, panorama do setor no Brasil e no mundo e o apoio do BNDES. **Agroindústria**, v. 45, p. 85-136, 2017.

HEM, J.D. **Study and interpretation of the chemical characteristics of natural waters**. Washington: U.S. Government Printing Office, 1970.

HEWAWASAM, C.; MATSUURA, N.; MAHARJAN, N.; HATAMOTO, M.; YAMAGUCHI, T. Oxygen transfer dynamics and nitrification in a novel rotational sponge reactor. **Biochemical Engineering Journal**, v. 128, n. 15, p. 162-167, 2017.

HUNDESA, A.; MALUQUER DE MOTES, C.; ALBINANA-GIMENEZ, N.C.; RODRIGUEZ-MANZANO, J.; BOFILL-MAS, S.; SUÑEN, E.; GIRONES, R. Development

of a qPCR assay for the quantification of porcine adenoviruses as an MST tool for swine fecal contamination in the environment. **Journal of Virological Methods**, v. 158, p. 130–135, 2009.

HUTCHISON, M.L.; WALTERS, L.D.; AVERY, S.M.; MUNRO, F.; MOORE, A. Analyses of livestock production, waste storage, and pathogen levels and prevalence in farm manures. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 71, p. 1231–1236, 2005.

IBGE. **Indicadores IBGE. Estatística da Produção Pecuária, 2017**. Brasília: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2017.

IFCE. **Anuário estatístico 2016. Ano base 2015**. Fortaleza: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, 2016. 137p.

IPECE. **Perfil básico municipal. 2016. Crato**. Fortaleza: Governo do Estado do Ceará, Secretaria de Planejamento e Gestão, 2016. 18 p.

JORDÃO, E.P.; PESSÔA, C.A. **Tratamento de esgotos domésticos**. 6. ed. Rio de Janeiro: ABES, 2011.

KONZEN, E.A. **Valorização agrônômica dos dejetos suínos: utilização dos dejetos suínos como fertilizantes**. Rio Verde: Ciclo de Palestras sobre Dejetos Suínos no Sudoeste Goiano, 1997.

KUNZ, A.; MIELE, M.; STEINMETZ, R.L.R. Advanced swine manure treatment and utilization in Brazil. **Bioresource Technology**, v. 100, p. 5485–5489, 2009.

LEITÃO, F.O.; DA SILVA, W.H. Geração de energia e renda a partir do tratamento dos resíduos da suinocultura. **Informe Gepec**, v. 22, n. 1, p. 116-132, 2018.

LEMONS, M.; FERRERIA NETO, M.; DIAS, N.S. Sazonalidade e variabilidade espacial da qualidade da água na Lagoa do Apodi, RN. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 12, p. 155-164, 2010.

LUDTKE, C.B.; CIOCCA, J.R.P.; DANDIN, T.; BARBALHO, P.C.; VILELA, J.A.; COSTA, O.A.D. **Abate humanitário de suínos**. Rio de Janeiro: Sociedade Mundial de Proteção Animal, 2010.

MACHADO, M.G. **Tratamento e aproveitamento de dejetos suínos com ênfase na produção de biogás. Estudo de caso: Suinutri Indústria e comércio de carnes e derivados Ltda - Campo Verde, MT**. 2009, 84f. Trabalho de Conclusão de Curso -Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2009.

MANCUSO, P.C.S.; SANTOS, H.F. **Reuso de água**. São Paulo: Manole, 2003.

MANDAI, P. **Modelo descritivo da implantação do sistema de tratamento de águas negras por evapotranspiração**. Brasília: Associação Novo Encanto de Desenvolvimento Ecológico, 2006.

MARTENS, W.; BÖHM, R. Overview of the ability of different treatment methods for liquid and solid manure to inactivate pathogens. **Bioresource Technology**, v. 100, n. 22, p. 5374–5378, 2009.

MATIC, N.; MIKLAVCIC, I.; MALDINI, K.; DAMIR, T.; CUCULIC, V.; CARDELLINI, C.; FRANCISKOVIC-BILINSKIC, S. Geochemical and isotopic characteristics of karstic springs in coastal mountains (Southern Croatia). **Journal of Geochemical Exploration**, v. 132, p. 90–110, 2013.

MEDEIROS, S.S.; PEREZ-MARIN, A.M.; SANTOS JÚNIOR, J.A.; REIS, C.F.; GHEYI, H.R. Potencial hídrico-nutricional da água residuária de suinocultura na irrigação do algodoeiro cultivado em condições semiáridas. **Irriga**, v. 20, n. 2, p. 248-260, 2015.

METCALF, L.; EDDY, H.P. **Tratamento de efluentes e recuperação de recursos**. 5. ed. Porto Alegre: AMGH Editora, 2015.

MOLLISON, Bill. **Introdução à permacultura**. Florida: Yankee Permaculture, 1981.

MONDARDO, D.; CASTAGNARA, D.D.; BELLON, P.P.; MEINERZ, C.C.; OLIVEIRA, P.S.R.; NERES, M. Adubação nitrogenada da *Brachiaria brizantha* com dejetos líquidos suíno. **Revista Brasileira de Ecologia**, v.4, n. 2, p. 3265-3269, 2009.

MÜLLER JÚNIOR, V. **Uso dos conhecimentos agrônômicos como ferramenta de educação ambiental**. 2014, 41f. Relatório de Estágio (Graduação em Engenharia Agrônoma) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

NUNES, M.A.G.; KUNZ, A.; STEINMETZ, R.L.R.; PANIZ, J.N.G. Aplicação de efluente tratado de suinocultura para diluição de dejetos suíno e remoção de nitrogênio por desnitrificação. **Engenharia Agrícola**, v. 31, n. 2, p. 388-398, 2011.

OECD. **Benefits of investing in water and sanitation: an OECD perspective**. Paris: OECD Publishing, 2011.

OLIVEIRA, L.H.; OLIVEIRA ILHA, M.S.; GONÇALVES, O.M.; YWASHIMA, L.; REIS, R.P.A. **Levantamento do estado da arte: Água**. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2007.

OLIVEIRA, R.D.; SILVA, S.A. **Manual de análises físico-químicas de águas de abastecimento e residuárias**. Campina Grande: DEC/CCT/UFGP, 2001.

OLIVEIRA JÚNIOR, F.A. **O ensino não formal da diminuição da carga poluidora de dejetos animais a partir da produção de biogás e biofertilizante em pequenas propriedades rurais**. 2013, 70f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.

ORRICO JÚNIOR, M.A.P.; ORRICO, A.C.A.; JÚNIOR, J.L. Avaliação de parâmetros da biodigestão anaeróbia de dejetos de suínos alimentados com dietas à base de milho e sorgo. **Engenharia Agrícola**, v. 30, n.4, p. 600-607, 2010.

PACHECO, E.M. **Os Institutos Federais: uma revolução na educação profissional e tecnológica**. Brasília: Ministério da Educação, 2018.

PAES, W.M. **Técnicas de permacultura como tecnologias socioambientais para a melhoria na qualidade da vida em comunidades da Paraíba**. 2014, 172f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2014.

PALHARES, J.C.P.; CALIJURI, M.C. Caracterização dos afluentes e efluentes suínos em sistemas de crescimento/terminação e qualificação de seu impacto ambiental. **Ciência Rural**, v. 37, n. 2, p. 502-509, 2007.

PAMPLONA, S.; VENTURI, M. Esgoto à flor da pele. **Permacultura Brasil. Soluções Ecológicas**, v. 6, n. 16, p. 18-19, 2004.

PAULO, P.L.; BERNARDES, F.S. **Estudo de tanque de evapotranspiração para o tratamento domiciliar de águas negras**. Pioneiros: Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 2014.

PECORARO, C.A. **Contribuição da produção confinada de suínos na emissão de amônia e gases de efeito estufa estudada mediante avaliação das metodologias contínua e simplificada**. 2015, 171f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2015.

PEREIRA, E.L.; CAMPOS, C.M.M.; MOTERANI, F. Avaliação do desempenho físico-químico de um reator UASB construído em escala piloto na remoção de poluentes de efluentes de suinocultura. **Revista Ambiente & Água**, v. 5, n. 1, p. 79-88, 2010.

PEROSSI, I.F.; MACHADO, A.B.; SAMPAIO, A.N.D.C.E.; ARAUJO, M.H.C.; GRATON, A.C.; LACERDA, L.H.; DOS SANTOS POLEGATO, E.P. Manejo e destinação ambientalmente adequados de resíduos da suinocultura revisão de literatura. **Unimar Ciências**, v. 26, n. 1-2, p. 142-154, 2017.

PIÑEIRO DI BLASI, J.I.; MARTÍNEZ TORRES, J.; GARCÍA NIETO, P.J.; ALONSO FERNÁNDEZ, J.R.; DÍAZ MUÑIZ, C.; TABOADA, J. Analysis and detection of outliers in

water quality parameters from different automated monitoring stations in the Miño river basin (NW Spain). **Ecological Engineering**, v. 60, p. 60–66, 2013.

QUEIROZ, M.F.; CARDOSO, M.C.S.; SANTANA, E.M.; GOMES, A.B.; RIQUE, S.M.N.; LOPES, C.M. A qualidade da água de consumo humano e as doenças diarréicas agudas no Município do Cabo de Santo Agostinho, PE. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, Suplemento Especial 456, 2002.

REIS, E. **Estatística descritiva**. 4.ed. Lisboa: Silabo, 1998.

RIBAS, A.S.; MICHALOSKI, A.O. Saúde e segurança na suinocultura no Brasil: um levantamento dos riscos ocupacionais. **Revista Espacios**, v. 38, n. 11, p. 13-17, 2017.

ROCHA, A.M.; SANTOS, C.A.M.; BEZERRA, J.A.B. Estudo sobre alimentos tradicionais no Crato, Cariri cearense. 2012, Feira de Santana. **Anais... Feira de Santana: Universidade Estadual de Feira de Santana**, 2012. p. 1-7.

ROCHA, C.M.; RODRIGUES, L.D.; COSTA, C.C.; OLIVEIRA, P.R.; SILVA, I.J.; JESUS, E.F.; ROLIM, R.G. Avaliação da qualidade da água e percepção higiênico-sanitária na área rural de Lavras, Minas Gerais, Brasil, 1999-2000. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 22, n. 9, p. 1967-1978, 2006.

RODRIGUES, A.C.D. **Potencial da alface-d'água (*Pistia stratiotes*) para descontaminação de águas contaminadas por Zn e Cd**. 2016, 108f. Tese (Doutorado em Ciência, Tecnologia e Inovação em Agropecuária) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2016.

SÁ, M.F.; AITA, C.; DONEDA, A.; PUJOL, S.B.; CANTÚ, R.R.; JACQUES, I.V.; BASTIANI, G.G.; OLIVEIRA, P.D.; LOPES, P.D. Dinâmica da população de coliformes durante a compostagem automatizada de dejetos líquidos de suínos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 66, n. 4, p. 1197-1206, 2014.

SAMPAIO, C.A.P.; NAAS, I.A.; NADER, A. Gases e ruídos em edificações para suínos: aplicação das normas NR-15, CIGR e ACGIH. **Engenharia Agrícola**, v.25, n.1, p. 10-18, 2005.

SAMPAIO, S.C.; SILVESTRO, M.G.; FRIGO, E.P.; BORGES, C.M. Relação entre série de sólidos e condutividade elétrica em diferentes águas residuárias. **Irriga**, v. 12, n. 4, p. 569-574, 2007.

SANT'ANNA JR, G.L. **Tratamento biológico de efluentes: fundamentos e aplicações**. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2010.

SANTOS, A.R. **Rastreabilidade “do laboratório à mesa” - um estudo da cadeia produtiva da indústria de carne suína na empresa Doux**. 2011, 115f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2011.

SANTOS, S.L.; MINÁ, V.G.; CATUNDA, S.Y.C.; HAANDEL, A.C. Influência da concentração de lodo sobre o consumo de energia para a aeração em sistemas de lodo ativado. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 22, n. 3, p. 437-444, 2017.

SARDÁ, L.G.; HIGARASHI, M.M.; MULLER, S.; OLIVEIRA, P.A.; COMIN, J.J. Redução da emissão de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e H<sub>2</sub>S através da compostagem de dejetos suínos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.9, p.1008-1013, 2010.

SCHERER, E.E.; NESI, C.N.; MASSOTTI, Z. Atributos químicos do solo influenciados por sucessivas aplicações de dejetos suínos em áreas agrícolas de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.34, n. 4, p. 1375-1383, 2010.

SCHNEIDER, V.E.; CARRA, S.H.Z. Pegada hídrica dos suínos abatidos na região do Corede Serra, RS, Brasil. **Ambiente & Água**, v.11, n. 1, p. 211-224, 2016.

SEBRAE. **Mapa da suinocultura brasileira**. Brasília: Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas, Associação Brasileira dos Criadores de Suínos, 2016.

- SEGAT, J. C. **Avaliação ecotoxicológica do uso de dejetos de suínos em solos de Santa Catarina**. 2012, 129f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012.
- SILVA, R.A.; VIEIRA, E.N.R.; SANTANA, H.C.; CASTRO, M.F.; MIRANDA, J.H.R. Impactos ambientais causados pelo uso irregular de dejetos suínos no solo. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO ACADÊMICA, II.,2010, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Universidade de Viçosa, 2010. v. 2, p. 421-428.
- SILVA, W.T.L.; NOVAES, A.P.; KUROKI, V.; MARTELLI, L.F.A.; MAGNONI JR, L. Avaliação físico-química de efluente gerado em biodigestor anaeróbio para fins de avaliação de eficiência e aplicação como fertilizante agrícola. **Química Nova**, v.35, n.1, p.35-40, 2012.
- SOUZA, C.M.N. Relação saneamento-saúde-ambiente: os discursos preventivista e da promoção da saúde. **Saúde e Sociedade**, v. 16, n. 3, p. 125-137, 2007.
- STEINMETZ, R.L.R.; KUNZ, A.; DRESSLER, V.L.; FLORES, E.M.M.; MARTINS, A.F. Study of metal distribution in raw and screened swine manure. **Clean**,v. 37, n. 3, p. 239-244, 2009.
- TONIAZZO, F.; RODRIGUES, A.C.; ROSA, M.M.; DA ROS, C.O.; BECEGATO, V.A.; LAVNITCKI, L.; CANTONI, F.Avaliação da liberação de CO2 em solo com adição de águas residuárias suinícolas e impactos ambientais e sociais da suinocultura. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 7, n. 1, p. 253-274, 2018.
- TRAJBER, R.; SATO, M. Escolas sustentáveis: incubadoras de transformações nas comunidades. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, v. especial, p. 70-78, 2010.
- TREVISAN, T.S.; MARTINS, P.L.O. A prática pedagógica do professor de química: possibilidades e limites. **UNIREVISTA**, v. 1, n. 2, p. 1-12, 2006.
- TUNDISI, J. G; MATSUMURA-TUNDISI, T. **Limnologia**. São Paulo: Oficina de Textos,2008.
- USDA. **Livestock and Poultry: World Markets and Trade**. Washington: United States Department of Agriculture,Foreign Agricultural Service, 2016.
- VANOTTI, M.B.; MILLNER, P.D.; HUNT, P.G.; ELLISON, A.Q. Removal of pathogen and indicator microorganisms from liquid swine manure in multi-step biological and chemical treatment. **Bioresource Technology**, v. 96, n. 2, p. 209-214, 2005.
- VELONI, M.L.; PRADO, P.L.; ARSSUFFI, B.M.; BALLESTERO, M.C.M.; OLIVEIRA, M.G.; ABREU, P.B.; OLIVEIRA, L.G.Bem-estar animal aplicado nas criações de suínos e suas implicações na saúde dos rebanhos. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, v. 11, n. 21, p. 1-21, 2013.
- VIANCELLI, A.; KUNZ, A.; STEINMETZ, R.L.R.; KICH, J.D.; SOUZA, C.K.; CANAL, C.W.; BARARDI, C.R.M.Performance of two swine manure treatment systems on chemical composition and on the reduction of pathogens. **Chemosphere**, v. 90, n. 4, p. 1539-1544, 2013.
- VIEIRA, S..**Introdução à bioestatística**. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.
- VIELMO, H.; BONA FILHO, A.; SOARES, A.B.; ASSMANN, T.S.; ADAMI, P.F. Effect of fertilization with fluid swine slurry on production and nutritive value of Tifton 85. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 60-68, 2011.
- WILSON, G.; BEZERRA, A..**Geografia do Ceará: uma visão didática para concursos e vestibulares**. Fortaleza: Premius, 2007.
- YAGÜE, A. P. Resumo do 23o Congresso da Associação Internacional de Veterinários Especialistas em Suínos (IPVS). *Revista Suínos e Cia*, v. 52, n. 11, 2014.
- YOUNG, C.E.F. Desenvolvimento e meio ambiente: uma falsa incompatibilidade. *Ciência Hoje*, v. 35, n. 211, p. 30-34, 2004.

ZANELLA, M. G. **Ambiente institucional e políticas públicas para o biogás proveniente da suinocultura**. 2012, 82f. Dissertação (Mestrado em Bioenergia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, 2012.

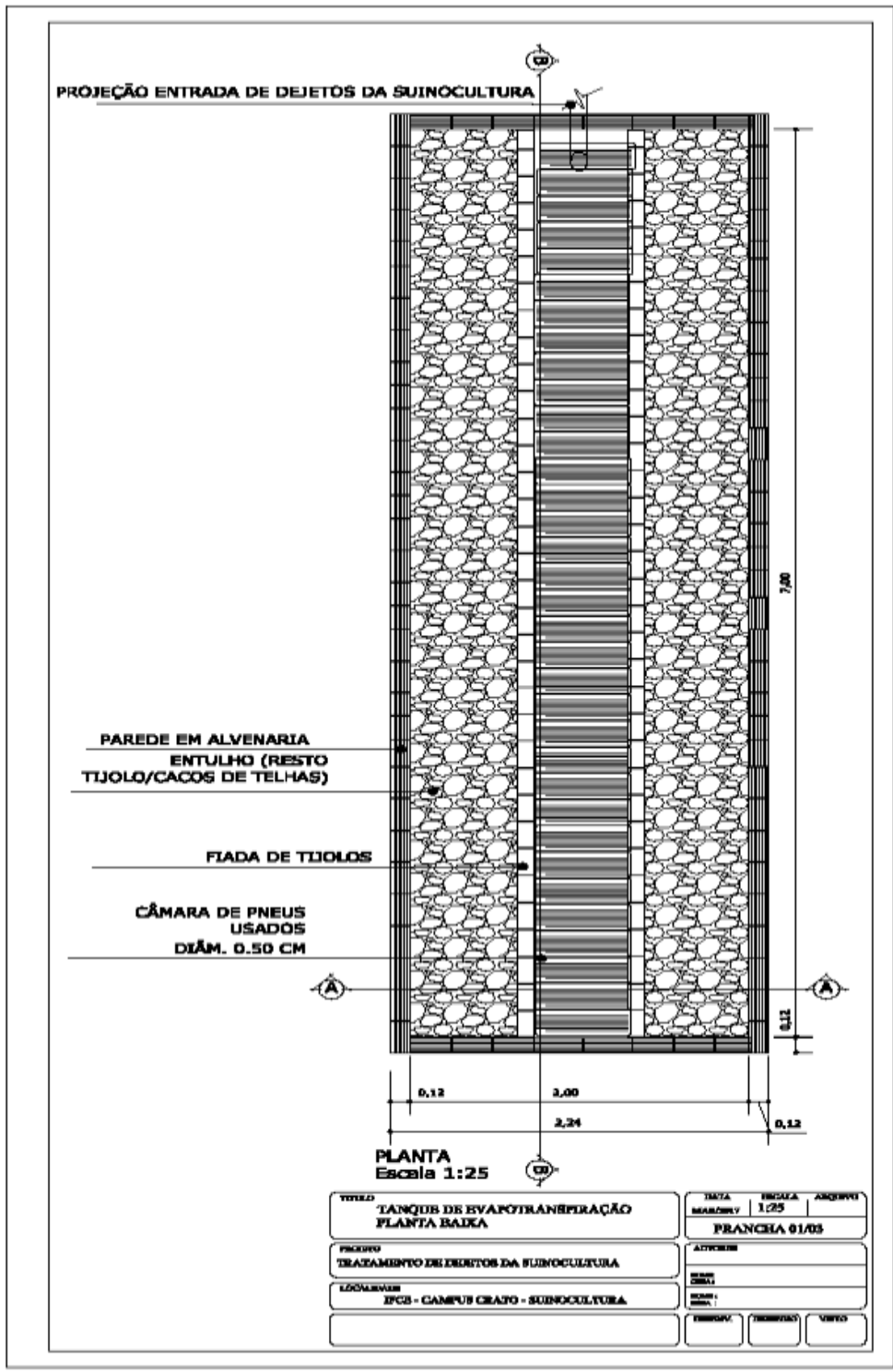
ZOPPAS, F.M.; BERNARDES, A.M.; MENEGUZZI, Á. Parâmetros operacionais na remoção biológica de nitrogênio de águas por nitrificação e desnitrificação simultânea. **Bio: Revista de engenharia sanitária**, v. 21, n. 1, p. 29-42, 2016.

## ANEXOS

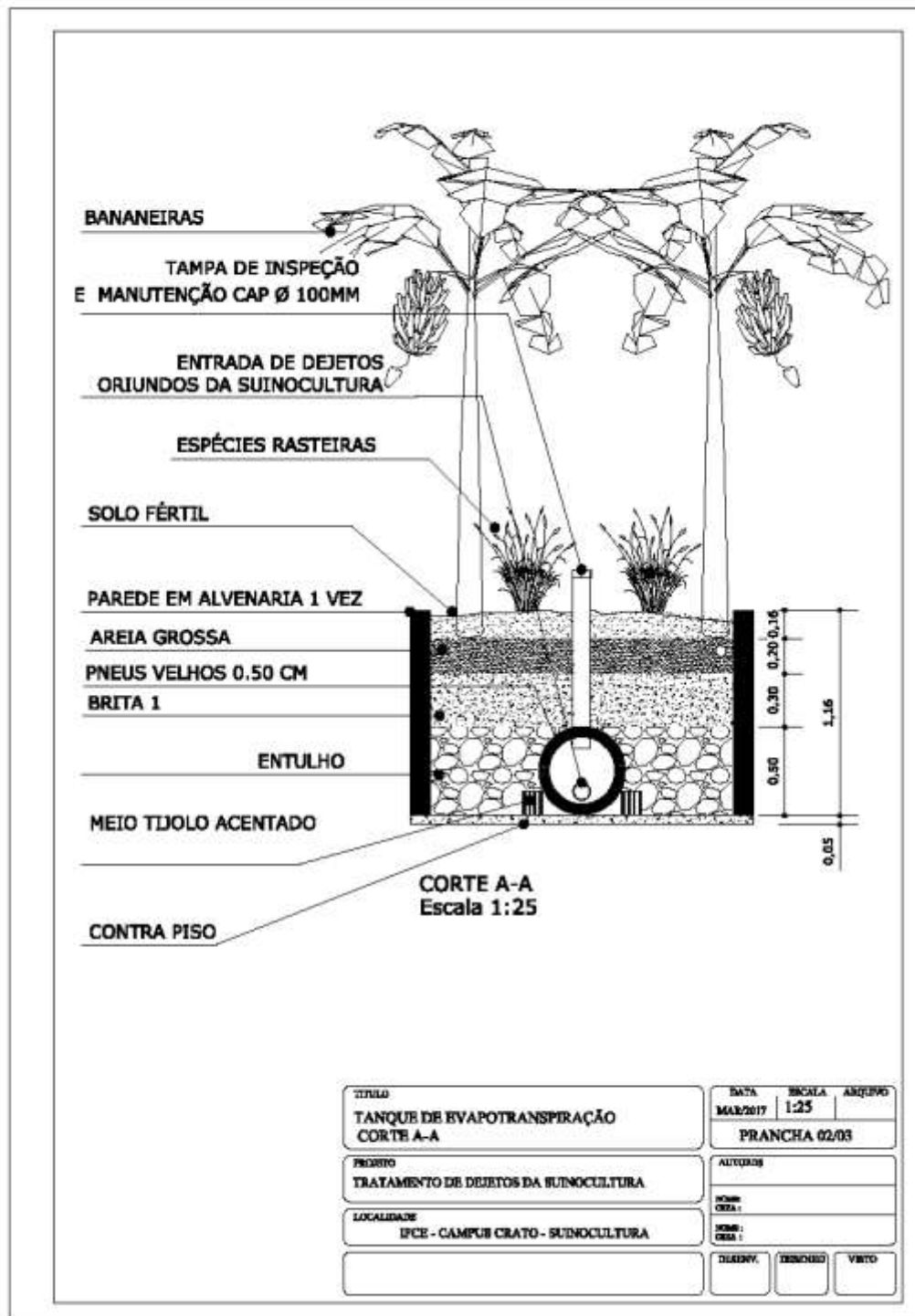
**Anexo A.** Planta da construção do Tanque de Evapotranspiração (Pranchas 1, 2 e 3), elaborada pelo Engenheiro Civil Orestes Brilhante, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), *Campus Crato*, Ceará.

### **Prancha 1**

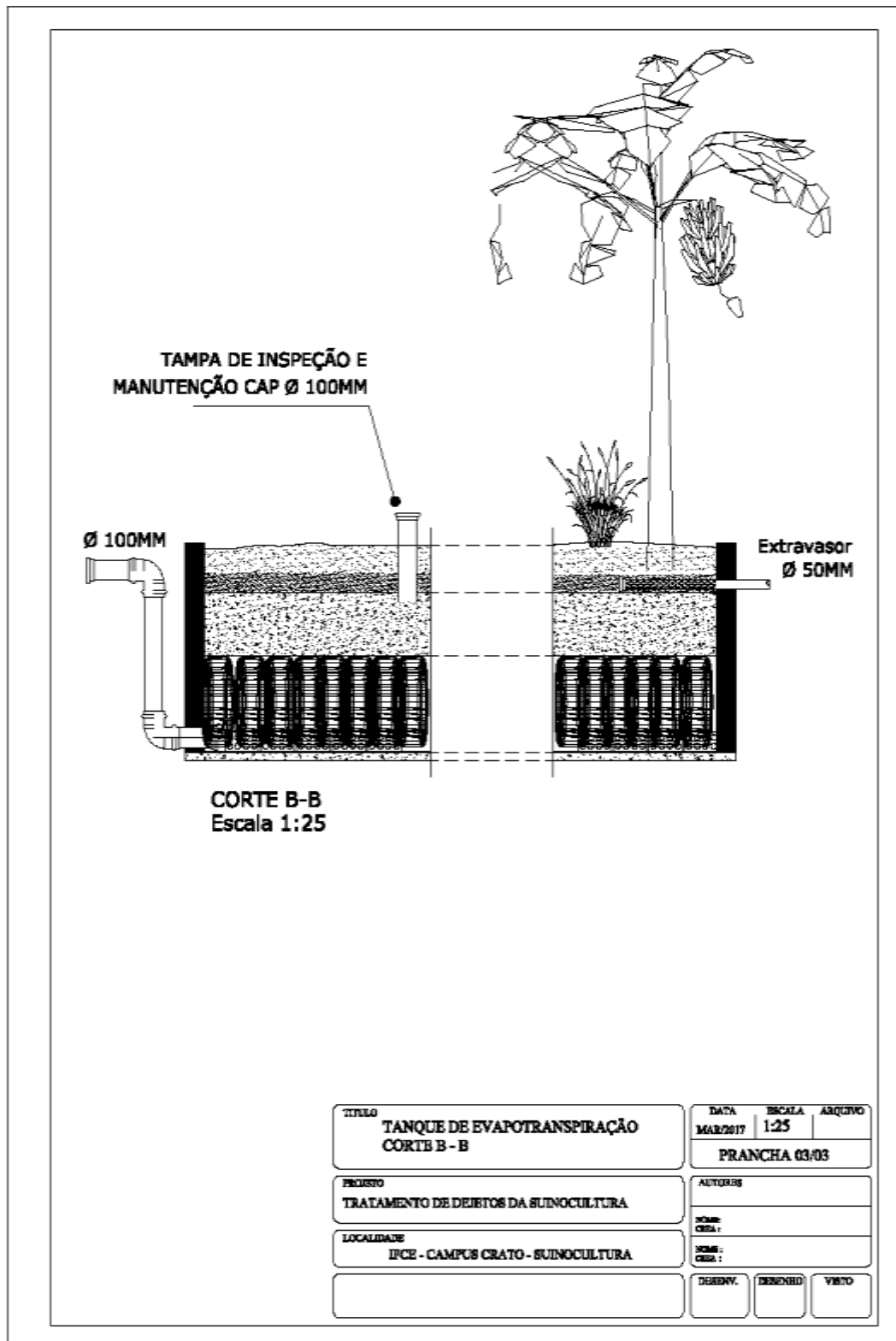




**Prancha 2**



**Prancha 3**



**Anexo B.** Orçamento da construção do Tanque de Evapotranspiração com as seguintes dimensões: comprimento 7,00 m, largura 2,00 m e altura 1,20 m.

## ORÇAMENTO ESTIMATIVO

OBRA: CONSTRUÇÃO DE TANQUE DE EVAPOTRANSPIRAÇÃO PARA SUINOCULTURA  
 LOCAL: INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA - IFCE  
 DATA: 10.11.2017

FONTE: TABELA SEINFRA CE VERSÃO 024.1 DESONERADA

## ORÇAMENTO BÁSICO

ITEM	CÓDIGO	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	UNID.	QUANT.	P. UNIT.	TOTAL
<b>1.0</b>		<b>SERVIÇOS PRELIMINARES</b>				<b>126,08</b>
1.1	C2102	RASPAGEM E LIMPEZA DO TERRENO	m <sup>2</sup>	30,00	2,28	68,40
1.2	C1630	LOCAÇÃO DA OBRA - EXEC. DE GABARITO	m <sup>2</sup>	14,00	4,12	57,68
<b>2.0</b>		<b>MOVIMENTO DE TERRA</b>				<b>444,44</b>
2.1	C2784	ESCAVAÇÃO MANUAL SOLO DE 2ª CAT. PROF. 1,50m	m <sup>3</sup>	15,93	24,18	385,19
2.2	C2921	REATERRO C/ COMPACTAÇÃO MANUAL	m <sup>3</sup>	3,82	15,51	59,25
<b>3.0</b>		<b>INFRAESTRUTURA</b>				<b>2.291,01</b>
3.1	C3025	PISO MORTO EM CONCRETO INCL. PREP. E LANÇAMENTO	m <sup>3</sup>	0,70	385,89	270,12
3.2	C0217	ARMADURA CA-60 FINA D=3.4 A 6.4mm	Kg	40,65	6,64	269,92
3.3	C0216	ARMADURA CA-50 MÉDIA D=6.3 A 10.0mm	Kg	57,26	6,67	381,92
3.4	C0848	CONCRETO PRÉ-MISTURADO FCK=15Mpa	m <sup>3</sup>	3,06	246,84	755,33
3.5	C1400	FORMA DE TÁBUA DE 1" DE 3A P/ FUNDAÇÃO UTIL. 5x	m <sup>2</sup>	8,32	43,72	363,75
3.6	C1604	LANÇAMENTO E APLICAÇÃO DO CONCRETO S/ ELEVACÃO	m <sup>3</sup>	3,06	81,69	249,97
<b>4.0</b>		<b>PAREDES E PAINÉIS</b>				<b>1.272,96</b>
4.1	C0074	ALVENARIA DE TIJOLO CERÂMICO FURADO (9x19x19)cm C/ARGAMASSA MISTA ESP.=20cm	m <sup>2</sup>	19,20	66,30	1.272,96
<b>5.0</b>		<b>REVESTIMENTO</b>				<b>1.195,39</b>
5.1	C0776	CHAPISCO C/ ARGAMASSA DE CIMENTO E AREIA S/PENEIRAR TRAÇO 1:3 ESP.= 5mm P/ PAREDE	m <sup>2</sup>	38,40	4,21	161,66
5.2	C3037	REBOCO C/ ARGAMASSA DE CIMENTO E AREIA PENEIRADA, TRAÇO 1:6	m <sup>2</sup>	38,40	26,92	1.033,73
<b>6.0</b>		<b>PINTURA</b>				<b>138,82</b>
6.1	C2898	PINTURA HIDRACOR	m <sup>2</sup>	19,20	7,23	138,82
<b>7.0</b>		<b>SERVIÇOS COMPLEMENTARES</b>				<b>268,09</b>
7.1	C4601	CALÇADA EM CIMENTADO C/ ARG. CIMENTO E AREIA	m <sup>2</sup>	9,00	28,73	258,57
7.2	C3447	LIMPEZA FINAL	m <sup>2</sup>	14,00	0,68	9,52
<b>TOTAL GERAL</b>						<b>5.736,79</b>

**Anexo C.** Acessórios improvisados (tampão cilíndrico de madeira e bóia de isopor) que foram acoplados dentro da caixa de decantação.



**Anexo D.** Levantamento do quantitativo do uso de água na higienização de alguns setores de criação da suinocultura do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), *Campus Crato*, Ceará.

Setor	Registro Inicial do Hidrômetro	Hora Inicial da Higienização	Registro Final do Hidrômetro	Hora Final da Higienização	Quant. de água (m <sup>3</sup> ) utilizada na Higienização
Maternidade	1733	9.50	1768	10.00	35
Gestação	1768	10.03	1795	10.08	27
Reprodução	1795	10.09	1817	10.13	22
Creche	1817	10.14	1833	10.16	16
Canaleta	1833	10.17	1858	10.21	25
<b>Total de m<sup>3</sup> de água gasto na Higienização dos setores</b>				<b>125m<sup>3</sup> = 1250 litros de água gastos em 27 minutos</b>	

**Anexo E.** Relatórios das análises físico-químicas e microbiológicas dos efluentes suínos, referentes às três coletas realizadas (dias 1, 10 e 40) no Tanque de Evapotranspiração, localizado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), *Campus Crato*, Ceará.

**CENTEC**  
INSTITUTO CENTRO DE ENSINO TECNOLÓGICO

**FATEC**  
FACULDADE DE TECNOLOGIA CENTEC  
FATEC CARIRI

**LAAE**  
Laboratório de Análises Físico-Químicas de Águas e Efluentes

**RELATÓRIO DE ANÁLISE / FÍSICO – QUÍMICA E BACTERIOLÓGICO / 2018**

**NATUREZA DO TRABALHO:** Análise Físico-Química e Bacteriológica de Efluente

**INTERESSADO:** João Bosco Belchior Vilar

**ENDEREÇO:** Rodovia CE, 292, km 15, Bairro Gisélia Pinheiro, Crato - CE

**RESPONSÁVEL PELA COLETA:** Wagner Sales (FATEC-CARIRI)

**NUMERO DE AMOSTRAS:** 01 amostra de efluente

**LOCAL DE AMOSTRAGEM:** Amostra de efluente bruto coletada na saída da torneira do tanque de evapotranspiração (fossa), situado no Setor de Suinocultura Projeto TEVAP – Localizado no IFCE Campus Crato - CE

**DATA DA AMOSTRAGEM:** 15 de Agosto de 2018 / **RECEBIMENTO:** 15 de Agosto de 2018 / **EMISSÃO:** 28 de Agosto de 2018

**REFERÊNCIA ANALÍTICA:** Os procedimentos analíticos foram realizados de acordo com o *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 21<sup>ª</sup> Edição (2005) e Manual de Análises Físico-Químicas de Águas de Abastecimento e Residuárias (2001).

**1.0 RESULTADOS DA(S) ANÁLISE(S)**

VARIÁVEIS ANALISADAS	UNIDADE	MÉTODO	RESULTADOS
			A1
Potencial Hidrogeniônico	pH	Gravimétrico (2540 C.)	7,05
Temperatura	°C	Filamento de Mercúrio	29,00
Substância Solúvel em Hexano (óleos e graxas)	mg/L	Extração de Soxhlet	0,90
Demanda Química de Oxigênio - DQO	mg/L	Refluxação Fechada	25.450,00
Sólidos Sedimentáveis	mg/L	Cone Imhoff (2540 F.)	15,00
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	Gravimétrico (2540 C.)	250,00
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	Gravimétrico (2540 C.)	103,00
Condutividade Elétrica	mg/cm	Condutivímetro	765,00
Nitrogênio Amôniacal	mg/L	Nesslerização Direta (4500 – NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> A.)	15,00
Nitrato	mg/L	Colorimétrico da Diazotização (4500 – NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> B.)	0,00
Nitrato	mg/L	Colorimétrico da Diazotização (4500 – NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> B.)	8,00
Ferro Total	mg/L	Salicilato de Sódio	14,5
Dureza Total	mg/L	Volumétrico com EDTA (2340 C.)	167,00
Cloretos	mg/L	Argentométrico (4500 – CL <sup>-</sup> B.)	365,00
Oxigênio Dissolvido	mg/L	Método de Winkler	0,00
Alcalinidade de Bicarbonatos	mgCaCo3/L	Titulação Potenciométrica	206,00
Cloro Residual Livre	mg/L	Iodométrico (4500 – CL B.)	0,00

**TABELA 2:** Exame Bacteriológico ( Técnica dos Tubos Múltiplos – APHA , 2005 )

INDICADORES	MÉTODO	RESULTADOS OBTIDOS A1	VALOR MÁXIMO PERMITIDO
Coliformes Termotolerantes (NMP* / 100ml)	9221 E	150 x 10 <sup>3</sup>	5000 CF / 100 ml

**RECOMENDAÇÕES:**

Recomenda-se a procura de um especialista na área da Engenharia Sanitária e Ambiental para interpretação do Relatório Técnico.

**OBS:** Os resultados apresentados neste documento têm significação restrita, aplicam-se tão somente às amostras ensaiadas. A reprodução desse documento para outros fins só poderá ser feita de forma integral sem nenhuma alteração.

**RELATÓRIO DE ANÁLISE / FÍSICO – QUÍMICA E BACTERIOLÓGICO / 2018**

**ATUREZA DO TRABALHO:** Análise Físico-Química e Bacteriológica de Efluente

**INTERESSADO:** João Bosco Belchior Vilar

**NDEREÇO:** Rodovia CE, 292, km 15, Bairro Gisélia Pinheiro, Crato - CE

**ESPONSÁVEL PELA COLETA:** Wagner Sales (FATEC CARIRI)

**UMERO DE AMOSTRAS:** 01 amostra de efluente

**OCAL DE AMOSTRAGEM:** Amostra de efluente bruto coletada na caixa de decantação e recepção, situado no Setor de Suinocultura Projeto TEVAP Localizado no IFCE Campus Crato - CE

**ATA DA AMOSTRAGEM:** 15 de Agosto de 2018 / **RECEBIMENTO:** 15 de Agosto de 2018 / **EMIÇÃO:** 28 de Agosto de 2018

**REFERÊNCIA ANALÍTICA:** Os procedimentos analíticos foram realizados de acordo com o *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21<sup>st</sup> Edition* (2005) e Manual de Análises Físico-Químicas de Águas de Abastecimento e Residuárias (2001).

**B RESULTADOS DA(S) ANÁLISE(S)**

VARIÁVEIS ANALISADAS	UNIDADE	MÉTODO	RESULTADOS
			AI
Potencial Hidrogeniônico	pH	Gravimétrico (2540 C.)	7,05
Temperatura	°C	Filamento de Mercúrio	30,0
Substância Solúvel em Hexano (óleos e graxas)	mg/L	Extração de Soxhlet	0,40
Demanda Química de Oxigênio - DQO	mg/L	Refluxação Fechada	15.250,00
Sólidos Sedimentáveis	mg/L	Cone Imhoff (2540 F.)	4,00
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	Gravimétrico (2540 C.)	100,00
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	Gravimétrico (2540 C.)	53,00
Condutividade Elétrica	µs/cm	Condutímetro	600,00
Nitrogênio Amôniacal	mg/L	Nesslerização Direta (4500 - NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> A.)	12,00
Nitrito	mg/L	Colorimétrico da Diazotização (4500 - NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> B.)	0,00
Nitrato	mg/L	Colorimétrico da Diazotização (4500 - NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> B.)	5,00
Ferro Total	mg/L	Salicilato de Sódio	8,00
Dureza Total	mg/L	Volumétrico com EDTA (2340 C.)	152,00
Cloretos	mg/L	Argentométrico (4500 - CL <sup>-</sup> B.)	200,00
Oxigênio Dissolvido	mg/L	Método de Winkler	2,00
Alcalinidade de Bicarbonatos	mgCaCO <sub>3</sub> /L	Titulação Potenciométrica	98,00
Cloro Residual Livre	mg/L	Iodométrico (4500 - CL B.)	0,00

**TABELA 2: Exame Bacteriológico (Técnica dos Tubos Múltiplos – APHA, 2005)**

INDICADORES	MÉTODO	RESULTADOS OBTIDOS AI	VALOR MÁXIMO PERMITIDO
coliformes Termotolerantes (NMP* / 100ml)	9221 E	32 x 10 <sup>3</sup>	5000 CF / 100 ml

**RECOMENDAÇÕES:**

Recomenda-se a procura de um especialista na área da Engenharia Sanitária e Ambiental para interpretação do Relatório Técnico.

**OBS:** Os resultados apresentados neste documento têm significação restrita, aplicam-se tão somente às amostras ensaiadas. A reprodução desse documento para outros fins só poderá ser feita de forma integral sem nenhuma alteração.



**RELATÓRIO DE ANÁLISE / FÍSICO – QUÍMICA E BACTERIOLÓGICO / 2018**

**NATUREZA DO TRABALHO:** Análise Físico-Química e Bacteriológica de Efluente

**INTERESSADO:** João Bosco Belchior Vilar

**ENDEREÇO:** Rodovia CE, 292, km 15, Bairro Gisélia Pinheiro, Crato - CE

**RESPONSÁVEL PELA COLETA:** Wagner Sales (FATEC CARIRI)

**NUMERO DE AMOSTRAS:** 01 amostra de efluente

**LOCAL DE AMOSTRAGEM:** Amostra de efluente tratado coletada no tanque de evapotranspiração (fossa), situado no Setor de Suinocultura Projeto TEVAP - Localizado no IFCE Campus Crato - CE

**DATA DA AMOSTRAGEM:** 11 de Setembro de 2018 / **RECEBIMENTO:** 11 de Setembro de 2018 / **EMIÇÃO:** 18 de Setembro de 2018

**REFERÊNCIA ANALÍTICA:** Os procedimentos analíticos foram realizados de acordo com o *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 21ª Edição (2005) e Manual de Análises Físico-Químicas de Águas de Abastecimento e Residuais (2001).

**1.0 RESULTADOS DA(S) ANÁLISE(S)**

VARIÁVEIS ANALISADAS	UNIDADE	MÉTODO	RESULTADOS
			AI
Potencial Hidrogeniônico	pH	Gravimétrico (2540 C.)	6,89 / 7,20 / 7,13
Temperatura	°C	Filamento de Mercúrio	33,00 / 33,00 / 32,00
Substância Solúvel em Hexano (óleos e graxas)	mg/L	Extração de Soxhlet	0,00 / 0,00 / 0,00
Demanda Química de Oxigênio - DQO	mg/L	Refluxação Fechada	347,00 / 387,00 / 365,00
Sólidos Sedimentáveis	ml/L	Cone Imhoff (2540 F.)	0,50 / 0,45 / 0,65
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	Gravimétrico (2540 C.)	143,00 / 145,00 / 154,00
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	Gravimétrico (2540 C.)	54,00 / 67,00 / 58,00
Condutividade Elétrica	µs/cm	Condutivímetro	670,00 / 656,00 / 645,00
Nitrogênio Amôniaical	mg/L	Nesslerização Direta (4500 - NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> A.)	4,65 / 5,67 / 6,00
Nitrito	mg/L	Colorimétrico da Diazotização (4500 - NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> B.)	0,00 / 0,00 / 0,00
Nitrato	mg/L	Salicilato de Sódio	6,34 / 5,60 / 5,66
Ferro Total	mg/L	Fenantrolina	3,00 / 4,50 / 3,54
Dureza Total	mg/L	Volumétrico com EDTA (2340 C.)	100,00 / 98,00 / 104,00
Cloretos	mg/L	Argentométrico (4500 - CL <sup>-</sup> B.)	205,00 / 223,00 / 234,00
Oxigênio Dissolvido	mg/L	Método de Winkler	3,90 / 4,0 / 3,20
Alcalinidade de Bicarbonatos	mgCaCo3/L	Titulação Potenciométrica	157,00 / 150,00 / 154,00
Cloro Residual Livre	mg/L	Iodométrico (4500 - CL B.)	0,00 / 0,00 / 0,00

**TABELA 2: Exame Bacteriológico ( Técnica dos Tubos Múltiplos – APHA , 2005 )**

INDICADORES	MÉTODO	RESULTADOS OBTIDOS AI	VALOR MÁXIMO PERMITIDO
Coliformes Termotolerantes (NMP* / 100ml)	9221 E	110 x 10 <sup>7</sup>	5000 CF / 100 ml

**RECOMENDAÇÕES:**

Recomenda-se a procura de um especialista na área da Engenharia Sanitária e Ambiental para interpretação do Relatório Técnico.

**ORR:** Os resultados apresentados neste documento têm significação restrita, aplicam-se tão somente às amostras ensaiadas. A reprodução desse documento para outros fins só poderá ser feita de forma integral sem nenhuma alteração.

**Anexo F.** Etapas inicial e conclusiva da construção do Tanque de Evapotranspiração no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), *Campus Crato*, Ceará.



**Anexo G.** Questionário aplicado aos estudantes dos cursos de Zootecnia e Técnico em Agropecuária, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), *Campus Crato*, Ceará.



## QUESTIONÁRIO

Caro aluno,

Este questionário compõe umas das partes da metodologia do Projeto de Pesquisa em Educação Agrícola, do mestrando João Bosco Belchior Vilar, realizado pelo Programa de Pós-Graduação em Educação Agrícola da UFRRJ, em convênio com o Instituto Federal do Ceará, *Campus Crato*, que visa uma análise do conhecimento dos alunos dos cursos de Zootecnia e Técnico em Agropecuária, sobre as abordagens acerca do tema “Tanque de Evapotranspiração: uma proposta sustentável para efluentes suínos”.

Aluno \_\_\_\_\_ Curso \_\_\_\_\_  
Disciplina \_\_\_\_\_ Professor (a) \_\_\_\_\_

1ª) Prezado aluno, você como estudante, considera que a questão de dejetos de origem animal tenha a ver com a profissão de Zootecnista?

( ) Sim ( ) Não

Justifique sua resposta:

---

---

---

2ª) Você acredita que a proposta de construção de Tanque de Evapotranspiração vai ser bem aceito pelos suinocultores?

( ) Sim ( ) Não

Caso haja resistência, o que o Zootecnista pode fazer para melhorar a aceitação?

---

---

---

3ª) Existe alguma disciplina que você cursou, na qual houve abordagem sobre o tratamento de efluentes suínos?

( ) Sim ( ) Não

Caso tenha ocorrido, qual o nome dela?

---

---

---

4<sup>a</sup>) Esse aprendizado agrega valor à sua formação Profissional?

Sim       Não

Porquê?

---

---

---

5<sup>a</sup>) Se você ainda não teve conhecimento sobre esse assunto, adquirido por alguma disciplina ministrada, você é capaz de descrever os impactos ambientais que uma exploração zootécnica, tipo uma suinocultura, pode prejudicar o meio ambiente?

Sim       Não

Caso afirmativo, quais são eles?

---

---

---

**Anexo H.** Apresentação do projeto de pesquisa em sala de aula, através de slides, com a assistência dos professores das disciplinas de Construções Rurais e Legislação Ambiental, sob a presença dos alunos, e a campo para a comunidade.



H1



H2



H3



H4



I1



I2



I3



I4

**Anexo I.** Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) entregue aos alunos do Curso de Zootecnia e Técnico em Agropecuária, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), *Campus Crato*, Ceará, em atendimento aos aspectos éticos da pesquisa.

## **TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Efeito de uma proposta sustentável sobre tanque de evapotranspiração para efluentes suínos

Pesquisadores responsáveis:

Orientando: João Bosco Belchior Vilar

Orientador: Prof. Dr. Argemiro Sanavria

Você está sendo convidado a participar como voluntário de uma pesquisa. Este documento, chamado Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, visa assegurar seus direitos como participante e é elaborado em duas vias, uma que deverá ficar com você e outra com o pesquisador.

Por favor, leia com atenção e calma, aproveitando para esclarecer suas dúvidas. Se houver perguntas antes ou mesmo depois de assiná-lo, você poderá esclarecê-las com o pesquisador. Se preferir, pode levar este Termo para casa e consultar seus familiares ou outras pessoas antes de decidir participar. Não haverá nenhum tipo de penalização ou prejuízo se você não aceitar participar ou retirar sua autorização em qualquer momento.

### **Justificativa e objetivos:**

A proposta sobre a construção do Tanque de evapotranspiração (TEvap) próximo as canaletas que derramam os efluentes provenientes do criatório de suínos do IFCE Campus Crato, será de suma relevância para obtenção dos seguintes fatores: redução significativa dos impactos ambientais ou seja, contaminação do solo, água e ar; respiração mais saudável, entorno da área de criação, para os manejadores da granja suinícola; cultivo alternativo para uma agricultura desejável e sobretudo difundir um modelo viável e ecologicamente sustentável para todos que constituem a Comunidade Institucional, alunos, professores, técnicos e também aqueles produtores rurais que integram direta ou indiretamente, às nossas extensões educacionais.

O principal objetivo deste estudo é testar o efeito de um ferramenta sustentável sobre o desenvolvimento de uma proposta de educação ambiental acerca da implantação de Tanque de Evapotranspiração (TEvap) para o tratamento ecológico sustentável de dejetos de suínos no IF Campus Crato-CE.

### **Procedimentos:**

Participando do estudo você está sendo convidado a: Sua participação nesta pesquisa consistirá em responder um questionário, contendo perguntas formuladas, as quais abordam o tema mencionado. A estimativa de tempo para as respostas é em torno de 40 minutos.

### **Desconfortos e riscos:**

Você não deve participar deste estudo se tiver menos que 18 anos de idade. De acordo com as Resoluções CNS nº 466/12 e nº 510/2016, este estudo se encaixa em uma pesquisa com risco mínimo, que são registros de dados de indivíduos ou grupos, nos quais não se

manipulará a conduta destes, pois será proporcionado um ambiente que reduza constrangimentos, como também esclarecimentos detalhados sobre o intuito e objetivos desta pesquisa.

### **Benefícios:**

Esta pesquisa trará maior conhecimento sobre o tema abordado, sem benefício direto para você. Espera-se com o estudo evidenciar os desafios, juntamente com as potencialidades e fragilidades enfrentadas pelo ensino de Educação Ambiental, possibilitando o fornecimento de estratégias para melhorar a aprendizagem e dirimir dificuldades, culminando na elaboração de uma ferramenta de uso sustentável, contribuindo para o fortalecimento do ensino, nessa área. Além disso, o conhecimento sobre o TEvap acarretará retorno social, em termos de sustentabilidade.

### **Acompanhamento e assistência:**

O acompanhamento e assistência ocorrerão durante o momento de responder os questionários e a demonstração do uso do TEvap. Após o encerramento, qualquer produtor que necessitar de orientações, estaremos à disposição

### **Sigilo e privacidade:**

Você tem a garantia de que sua identidade será mantida em sigilo e nenhuma informação será dada a outras pessoas que não façam parte da equipe de pesquisadores. Na divulgação dos resultados desse estudo, seu nome não será citado.

### **Ressarcimento e indenização:**

O estudo será realizado durante a rotina do participante, não acarretando despesas adicionais. Você terá a garantia ao direito a indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa.

### **Contato:**

Em caso de dúvidas sobre a pesquisa, você poderá entrar em contato com o pesquisador João Bosco Belchior Vilar, Campus Crato: Rodovia CE 292, KM 15, Gisélia Pinheiro - CEP 63115-500 - Crato - Ceará | Fone (88) 3586 8100 Fax: (88) 3586 8116 Departamento: Coordenação Geral de Produção e Pesquisa, Telefone: 88996257813, email: joaoabbv@yahoo.com.br

Em caso de denúncias ou reclamações sobre sua participação e sobre questões éticas do estudo, você poderá entrar em contato com a secretaria do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do IFCE das 08:00hs às 12:00hs e das 13:00hs as 17:00hs na IFCE Campus Fortaleza - R. Jorge Dumar, 1703 - Jardim América, Fortaleza - CE, 60410-426; fone (85) 34012332 e-mail: cep@ifce.edu.br

### **Consentimento livre e esclarecido:**

Após ter recebido esclarecimentos sobre a natureza da pesquisa, seus objetivos, métodos, benefícios previstos, potenciais riscos e o incômodo que esta possa acarretar, aceito

participar e declaro estar recebendo uma via original deste documento assinada pelo pesquisador e por mim, tendo todas as folhas por nós rubricadas:

Nome do(a) participante: \_\_\_\_\_

Contato telefônico (opcional): \_\_\_\_\_

e-mail (opcional): \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
[Assinatura do participante ou nome e assinatura do seu RESPONSÁVEL LEGAL]

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

### **Responsabilidade do Pesquisador:**

Asseguro ter cumprido as exigências da resolução 466/2012 CNS/MS e complementares na elaboração do protocolo e na obtenção deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Asseguo, também, ter explicado e fornecido uma via deste documento ao participante. Informo que o estudo foi aprovado pelo CEP perante o qual o projeto foi apresentado. Comprometo-me a utilizar o material e os dados obtidos nesta pesquisa exclusivamente para as finalidades previstas neste documento ou conforme o consentimento dado pelo participante.

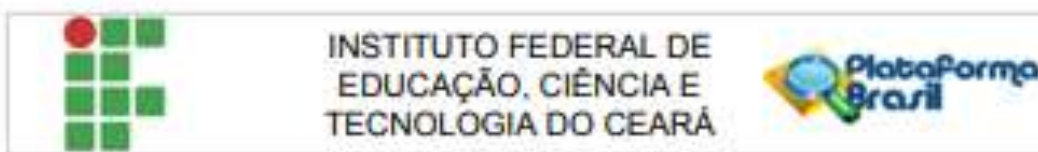
Nome do(a) pesquisador(a): \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
[Assinatura do(a) pesquisador(a)]

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.



**Anexo J.** Parecer da Comissão de Ética na Pesquisa (CEP), do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), *Campus Crato*, Ceará.



**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP**

**DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

**Título da Pesquisa:** EFEITO DE UMA PROPOSTA SUSTENTÁVEL SOBRE TANQUE DE EVAPOTRANSPIRAÇÃO PARA EFLUENTES SUÍNOS

**Pesquisador:** JOAO BOSCO BELCHIOR VILAR

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 83413518.4.0000.5589

**Instituição Proponente:** INSTITUTO FEDERAL DE EDUCACAO, CIENCIA E TECNOLOGIA DO CEARA

**Patrocinador Principal:** INSTITUTO FEDERAL DE EDUCACAO, CIENCIA E TECNOLOGIA DO CEARA

**DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 2.537.946

**Apresentação do Projeto:**

Trata-se projeto na área de zootecnia, com integração de práticas voltadas à Educação Ambiental, envolvendo alunos do IFCE Campus Crato-CE e comunidades rurais locais.

**Objetivo da Pesquisa:**

**Objetivo primário:**

Desenvolver um tanque de evapotranspiração de uso sustentável para efluentes suínos, avaliando o impacto dessa ferramenta junto aos alunos do curso de Zootecnia do IFCE Campus Crato-CE e à comunidade rural em seu entorno, o Sítio Palmeirinha, em Crato, Ceará.

**Objetivos secundários:**

- Construir uma ferramenta de uso sustentável, tanque de evapotranspiração (TEVAP), contemplando conceito e os compartimentos envolvidos no tratamento de efluentes suínos, incluindo aspectos históricos e ambientais;
- Demonstrar experimentalmente o uso do TEVAP com estudantes e comunidade;
- Avaliar o impacto e o efeito sobre o desempenho da aprendizagem em relação ao tema, além dos aspectos sustentáveis, e notadamente no processo de formação de estudantes de zootecnia e comunidade;
- Determinar a melhoria das condições do escoamento dos efluentes pelo TEVAP, no intuito de minimizar os danos ambientais;

**Endereço:** Rua Jorge Dumas, nº 1703

**Bairro:** Jardim América

**CEP:** 80.410-426

**UF:** CE **Município:** PORTALEZA

**Telefone:** (85)3401-2332

**E-mail:** cep@ifce.edu.br

- Produzir e divulgar informações do TEVAP no meio acadêmico e entre produtores rurais.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

De acordo com o pesquisador, a execução do projeto incorre em riscos mínimos relacionados aos registros de dados de indivíduos ou grupos. Para mitigá-los, o pesquisador conduzirá a aplicação do questionário em um ambiente que reduza a possibilidade de constrangimento, e prestará esclarecimentos detalhados sobre a justificativa e os objetivos da pesquisa.

Espera-se com o estudo, evidenciar os desafios, potencialidades e fragilidades enfrentados no ensino de Educação Ambiental, possibilitando o fornecimento de estratégias para melhorar a aprendizagem e diminuir dificuldades, culminando na elaboração de uma ferramenta de uso sustentável, capaz de contribuir para o fortalecimento do ensino nesta área.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

O projeto está bem apresentado, contendo todas as etapas da avaliação, descrevendo a metodologia e os demais passos para a execução do mesmo.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Todos os termos foram apresentados de maneira adequada.

**Recomendações:**

Sem recomendações.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

O protocolo não apresenta pendências ou inadequações éticas.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Enviar ao CEP, relatório ao final da pesquisa.

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PE_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_P ROJETO_1072080.pdf	20/02/2018 16:03:44		Aceito
Declaração de Pesquisadores	declaracaodegarantiaingresso.doc	20/02/2018 16:01:25	JOAO BOSCO BELCHIOR VILAR	Aceito
Declaração de Pesquisadores	declaracaodecompromisso.doc	20/02/2018 16:01:00	JOAO BOSCO BELCHIOR VILAR	Aceito
Cronograma	Cronogramadetalhado.doc	20/02/2018 16:00:33	JOAO BOSCO BELCHIOR VILAR	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura	Projeto.doc	20/02/2018 16:00:13	JOAO BOSCO BELCHIOR VILAR	Aceito

Endereço: Rua Jorge Dantas, nº 1703

Bairro: Jardim América

CEP: 60.410-438

UF: CE

Município: FORTALEZA

Telefone: (85)3401-2332

E-mail: cep@ifce.edu.br



Continuação do Parecer: 2.637/188

Investigador	Projeto.doc	20/02/2018 16:00:13	JOAO BOSCO BELCHIOR VILAR	Aceito
TCE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCE.doc	20/02/2018 15:59:42	JOAO BOSCO BELCHIOR VILAR	Aceito
Folha de Rosto	FolhaDeRosto.pdf	20/02/2018 15:55:07	JOAO BOSCO BELCHIOR VILAR	Aceito
Outros	PlantasTevap.doc	08/02/2018 17:12:49	JOAO BOSCO BELCHIOR VILAR	Aceito
Outros	Instrumentos.doc	08/02/2018 17:11:22	JOAO BOSCO BELCHIOR VILAR	Aceito
Orçamento	Orçamento.doc	08/02/2018 17:07:27	JOAO BOSCO BELCHIOR VILAR	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Declara_infraestrutura.pdf	08/02/2018 17:06:35	JOAO BOSCO BELCHIOR VILAR	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

FORTALEZA, 12 de Março de 2018

---

**Assinado por:**  
**Arnilson Moreira Chaves Lima**  
(Coordenador)

Endereço: Rua Jorge Dantas, nº 1703  
Bairro: Jardim América CEP: 60.410-426  
UF: CE Município: FORTALEZA  
Telefone: (85)3401-2002 E-mail: conep@ifce.edu.br