

ANDRÉ PSCHIEDT

**NOVOS PROCESSOS DE ELETROENERGIZAÇÃO DE ÁGUA E SEUS EFEITOS
SOBRE PLANTAS, FAUNA EDÁFICA E CONSUMO ANIMAL**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-graduação em Ciência do Solo, do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciência do Solo.

Orientador: Dr. Dilmar Baretta

Coorientadores: Dr. Osmar Klauberg Filho

Dr. Charles Adriano Duvoisin

**LAGES, SC
2020**

**Ficha catalográfica elaborada pelo programa de geração automática da
Biblioteca Setorial do CAV/UEDESC,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

Pscheidt, André

Novos processos de eletroenergização de água e seus efeitos sobre plantas, fauna edáfica e consumo animal / André Pscheidt. -- 2020.

102 p.

Orientador: Dilmar Baretta

Coorientador: Osmar Klauberg Filho

Coorientador: Charles Adriano Duvoisin

Dissertação (mestrado) -- Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Lages, 2020.

1. Água. 2. Eletroenergização. 3. Fauna edáfica. 4. Plantas. 5. Camundongos. I. Baretta, Dilmar. II. Klauberg Filho, Osmar. Duvoisin, Charles Adriano. III. Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo. IV. Título.

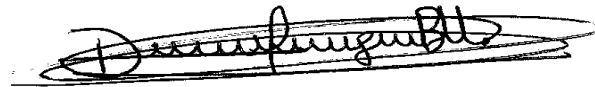
ANDRÉ PSCHIEDT

**NOVOS PROCESSOS DE ELETROENERGIZAÇÃO DE ÁGUA E SEUS EFEITOS
SOBRE PLANTAS, FAUNA EDÁFICA E CONSUMO ANIMAL**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de mestre no Curso de Pós-Graduação em Ciência do Solo da Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC.

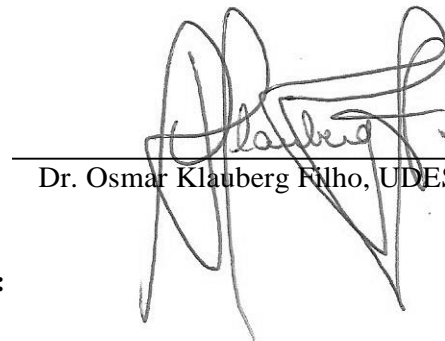
Banca Examinadora:

Orientador:



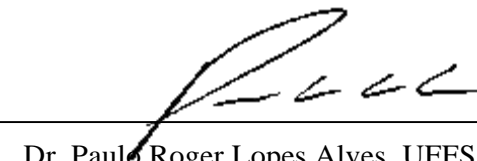
Dr. Dilmar Baretta, UDESC – Chapecó - SC

Membro interno:



Dr. Osmar Klauberg Filho, UDESC – Lages - SC

Membro externo:



Dr. Paulo Roger Lopes Alves, UFFS – Chapecó - SC

Lages, SC 28 de fevereiro de 2020.

Dedico,

À minha esposa Cintia, com muito carinho e gratidão, que sempre apoiou e deu forças em cada etapa deste desafio.

Ao meu filho Benício, que sempre me alegra nos momentos de dificuldade, e a seu irmão Valentim, que está a caminho, pelo incentivo a evoluir.

Aos meus familiares, em especial meus pais Ilário e Eva, assim como meus irmãos por todo o aprendizado proporcionado ao longo do tempo.

AGRADECIMENTOS

A Deus pelas oportunidades extraordinárias em meu caminho e pelas pessoas especiais com as quais tive a honra de conviver.

A minha família pelos momentos de carinho, incentivo e cobranças, e em saber que está sempre disposta a me ouvir e aconselhar em todos os momentos. Em especial a minha esposa Cintia pelo incentivo e compreensão nas minhas ausências durante este período.

Ao meu orientador e professor Dr. Dilmar Barreta pelo apoio e confiança em mim depositada nesta etapa tão importante da minha vida profissional e pessoal.

Ao meu grande amigo e coorientador Dr. Charles Adriano Duvoisin pelo incentivo ilimitado em todos os momentos e trazendo junto de si sempre as melhores energias.

A empresa Font Life, representada pelo também amigo Me. Fabio Eduardo Baggio, pela confiança e todo o aporte necessário para a realização deste trabalho, tornando possível a sua execução.

Aos Professores do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo – CAV/UDESC por estarem sempre dispostos a compartilhar seus conhecimentos e, em especial ao Prof. Dr. Osmar Klauberg Filho, pelos ensinamentos e sempre nos instigar a buscar sempre mais.

A professora Dr. Julia Corá Segat por toda a ajuda na execução dos ensaios e análise estatística dos resultados, e também em todas as etapas da pesquisa sendo de extrema importância para a realização deste trabalho.

Ao professor Dr. Aleksandro Schafer da Silva pela sua solicitude e pelo auxílio na realização dos testes com camundongos.

A todos os colegas da UDESC cujos esforços e auxílio tornaram possível a concretização deste projeto.

A UDESC por abrir suas portas e permitir a todos um ensino de excelência através de sua estrutura, professores, técnicos e todos seus profissionais que se dedicam para sempre melhorar esta instituição.

A todos aqueles que de forma direta ou indiretamente estiveram envolvidos no desenvolvimento deste trabalho e que desta forma possibilitaram a sua execução.

“Que os vossos esforços desafiem as
impossibilidades, lembrai-vos de que as
grandes coisas do homem foram conquistadas
do que parecia impossível”.

Charles Chaplin

RESUMO

PSCHEIDT, André. **Novos processos de eletroenergização de água e seus efeitos sobre plantas, fauna edáfica e consumo animal**. 2020. 102 p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Lages, 2020.

Devido à perspectiva de aumento populacional e maior produção de alimentos, a necessidade de água será elevada ocasionando uma menor disponibilidade em regiões já afetadas pela escassez. Portanto, são necessárias novas tecnologias para a otimização do uso da água na produção de alimentos, também deve-se observar seus efeitos ao meio ambiente. Assim, objetivou-se avaliar os efeitos gerados por águas tratadas através do processo de eletroenergização (*PCT: BR2016/05154*) em plantas, fauna edáfica e camundongos. Para os testes, utilizaram-se água destilada e mineral tratadas pelo processo de eletroenergização, sendo que para cada tipo de água se obteve uma amostra controle (sem tratamento), uma com eletroenergização positiva e outra com eletroenergização negativa, totalizando 6 tratamentos. Os ensaios com plantas e fauna edáfica foram realizados utilizando Solo Artificial Tropical. Realizaram-se testes de reprodução de *Enchytraeus crypticus*, *Folsomia candida* e *Eisenia andrei* seguindo os protocolos ISO 16387 (2004), ISO 11267 (1999), ISO 11268-2 (1998), respectivamente. Realizaram-se também testes de germinação e crescimento de *Avena sativa* L., *Lactuca sativa* L., *Lotus corniculatus* L. e *Trifolium repens* L., seguindo o protocolo OECD 208 (2006). Foram analisadas as variáveis: altura da parte aérea, tamanho da raiz, massa seca, consumo de água aos trinta dias e percentual de sementes germinadas ao sétimo dia. Também foram realizados ensaios em camundongos *Mus musculus* Swiss utilizando água mineral com e sem tratamento de eletroenergização. Foram analisados o consumo de água, o peso vivo no início, meio e fim do experimento, hemograma, leucograma, níveis de triglicérides, colesterol, glicose, proteína total, albumina, ureia e os níveis de globulinas. Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA *One-way*) seguido pelo teste de *Tukey* a 5% para comparação de médias. Nos ensaios com fauna edáfica a espécie *E. crypticus* apresentou redução na reprodução em todos os tratamentos em relação à água destilada sem tratamento. A espécie de planta *A. sativa* apresentou maior germinação quando utilizada água mineral com eletroenergização negativa em comparação com a água mineral sem tratamento e *L. corniculatus* teve a germinação menor quando utilizada a água destilada com eletroenergização negativa quando comparada a água sem tratamento. No teste de crescimento de plantas utilizando água destilada com eletroenergização positiva as espécies *L. corniculatus* e *T. repens* apresentaram menor crescimento em comparação a amostra sem tratamento e menor consumo de água em comparação a amostra eletroenergizada negativamente. A espécie *T. repens* apresentou maior massa seca em água eletroenergizada negativa. Em água mineral, o tratamento de eletroenergização positiva apresentou menor crescimento em *L. sativa* e *T. repens* em comparação com a amostra sem tratamento, já para *L. corniculatus* ambos os tratamentos apresentaram maior crescimento. No ensaio com camundongos quando utilizada água mineral com eletroenergização observou-se diminuições nas concentrações de leucócitos, proteína total, albumina e ureia, porém aumento na concentração de triglicérides, ganho de peso e maior consumo de água. Assim, conclui-se que as águas tratadas pelo processo de eletroenergização

afetam organismos do solo, plantas e camundongos, porém a intensidade do efeito depende da espécie, tipo de água utilizada e da polaridade de eletroenergização aplicada.

Palavras-chave: Água. Eletroenergização. Fauna edáfica. Plantas. Camundongos.

ABSTRACT

PSCHEIDT, André. **New water electroenergization processes and their effects on plants, edaphic fauna and animal consumption.** 2020. 102 p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Lages, 2020.

Due to the prospect of population growth and increased food production, the need for water will be high, causing less availability in regions already affected by scarcity. Therefore, new technologies are needed to optimize the use of water in food production, one must also observe its effects on the environment. Thus, the objective was to evaluate the effects generated by treated waters through the electroenergization process (PCT: BR2016 / 05154) on plants, edaphic fauna and mice. For the tests, distilled and mineral water treated by the electroenergization process were used, and for each type of water a control sample (without treatment) was obtained, one with positive electroenergization and the other with negative electroenergization, totaling 6 treatments. The tests with plants and edaphic fauna were performed using Tropical Artificial Soil. Reproduction tests of *Enchytraeus crypticus*, *Folsomia candida* and *Eisenia andrei* were carried out following the protocols ISO 16387 (2004), ISO 11267 (1999), ISO 11268-2 (1998), respectively. Germination and growth tests of *Avena sativa* L., *Lactuca sativa* L., *Lotus corniculatus* L. and *Trifolium repens* L. were also performed, following the protocol OECD 208 (2006). The variables were analyzed: shoot height, root size, dry mass, water consumption at 30 days and percentage of germinated seeds at the seventh day. Tests were also carried out on *Mus musculus* Swiss mice using mineral water with and without electroenergization treatment. Water consumption, weight at the beginning, middle and end of the experiment, blood count, leukogram, triglyceride levels, cholesterol, glucose, total protein, albumin, urea and globulin levels were analyzed. The data were submitted to analysis of variance (ANOVA One-way) followed by the Tukey test at 5% for comparison of means. In the tests with edaphic fauna, the species *E. crypticus* showed a reduction in reproduction in all treatments in relation to distilled water without treatment. The plant species *A. sativa* showed higher germination when mineral water with negative electroenergization was used compared to untreated mineral water and *L. corniculatus* had lower germination when distilled water with negative electroenergization was used when compared to untreated water. In the plant growth test using distilled water with positive electroenergization, the species *L. corniculatus* and *T. repens* showed less growth compared to the untreated sample and less water consumption compared to the negative electroenergized sample. The *T. repens* species showed the highest dry mass in negative electroenergized water. In mineral water, the positive electroenergization treatment showed less growth in *L. sativa* and *T. repens* compared to the untreated sample, whereas for *L. corniculatus* both treatments showed greater growth. In the assay with mice when mineral water with electroenergization was used, decreases were observed in the concentrations of leukocytes, total protein, albumin and urea, but an increase in the concentration of triglycerides, weight gain and greater water consumption. Thus, it is concluded that the waters treated by the electroenergization process affect soil organisms, plants and mice, however the intensity of the effect depends on the species, type of water used and the polarity of the applied electroenergization.

Key-words: Water. Electroenergization. Edaphic fauna. Plants. Mice.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Processo de eletroenergização de água com acúmulo de cargas elétricas negativas (Esq.) e cargas positivas (Dir.).	35
Figura 2 – Embalagem utilizada no processo de energização e armazenamento da água.....	42
Figura 3 – Dispositivo utilizado para os testes de crescimento com plantas.....	47
Figura 4 – Média de indivíduos juvenis dos enquitreídeos em Solo Artificial Tropical (SAT) com água destilada (D) e mineral (M) tratadas pelo processo de eletroenergização negativa (N) e positiva (P) e sem tratamento (S). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. (⌊) Desvio padrão.	51
Figura 5 – Média de indivíduos juvenis de colêmbolos em Solo Artificial Tropical (SAT) com água destilada (D) e mineral (M) tratadas pelo processo de eletroenergização negativa (N) e positiva (P) e sem tratamento (S). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. (⌊) Desvio padrão.	52
Figura 6 – Média de indivíduos de minhocas em Solo Artificial Tropical (SAT) com água destilada (D) e mineral (M) tratadas pelo processo de eletroenergização negativa (N) e positiva (P) e sem tratamento (S). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. (⌊) Desvio padrão.	53
Figura 7 – Germinação (%) de <i>Avena sativa</i> L. aos 7 dias em Solo Artificial Tropical (SAT) com água destilada (D) e mineral (M) tratadas pelo processo de eletroenergização negativa (N) e positiva (P) e sem tratamento (S). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. (⌊) Desvio padrão (n = 5).	54
Figura 8 – Germinação (%) de <i>Lactuca sativa</i> L. aos 7 dias em Solo Artificial Tropical (SAT) com água destilada (D) e mineral (M) tratadas pelo processo de eletroenergização negativa (N) e positiva (P) e sem tratamento (S). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. (⌊) Desvio padrão (n = 5).	54
Figura 9 – Germinação (%) de <i>Lotus corniculatus</i> L. aos 7 dias em Solo Artificial Tropical (SAT) com água destilada (D) e mineral (M) tratadas pelo processo de eletroenergização negativa (N) e positiva (P) e sem tratamento (S). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. (⌊) Desvio padrão (n = 5).....	55
Figura 10 – Germinação (%) de <i>Trifolium repens</i> L. aos 7 dias em Solo Artificial Tropical (SAT) com água destilada (D) e mineral (M) tratadas pelo processo de eletroenergização negativa (N) e positiva (P) e sem tratamento (S). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. (⌊) Desvio padrão (n = 5).....	56

Figura 11 – Altura média da parte aérea de *Avena sativa* L. (cm) aos 30 dias em Solo Artificial Tropical (SAT) com água destilada (D) e mineral (M) tratadas pelo processo de eletroenergização negativa (N) e positiva (P) e sem tratamento (S). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. (⌊) Desvio padrão.57

Figura 12 – Tamanho médio da raiz de *Avena sativa* L. (cm) aos 30 dias em Solo Artificial Tropical (SAT) com água destilada (D) e mineral (M) tratadas pelo processo de eletroenergização negativa (N) e positiva (P) e sem tratamento (S). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. (⌊) Desvio padrão.57

Figura 13 – Peso médio da massa seca de *Avena sativa* L. (g) aos 30 dias em Solo Artificial Tropical (SAT) com água destilada (D) e mineral (M) tratadas pelo processo de eletroenergização negativa (N) e positiva (P) e sem tratamento (S). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. (⌊) Desvio padrão.58

Figura 14 – Consumo de água de *Avena sativa* L. (mL) aos 30 dias em Solo Artificial Tropical (SAT) com água destilada (D) e mineral (M) tratadas pelo processo de eletroenergização negativa (N) e positiva (P) e sem tratamento (S). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. (⌊) Desvio padrão..... 59

Figura 15 – Altura média de *Lactuca sativa* L. (cm) aos 30 dias em Solo Artificial Tropical (SAT) com água destilada (D) e mineral (M) tratadas pelo processo de eletroenergização negativa (N) e positiva (P) e sem tratamento (S). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. (⌊) Desvio padrão..... 60

Figura 16 – Tamanho médio da raiz de *Lactuca sativa* L. (cm) aos 30 dias em Solo Artificial Tropical (SAT) com água destilada (D) e mineral (M) tratadas pelo processo de eletroenergização negativa (N) e positiva (P) e sem tratamento (S). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. (⌊) Desvio padrão.60

Figura 17 – Peso médio da massa seca de *Lactuca sativa* L. (g) aos 30 dias em Solo Artificial Tropical (SAT) com água destilada (D) e mineral (M) tratadas pelo processo de eletroenergização negativa (N) e positiva (P) e sem tratamento (S). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. (⌊) Desvio padrão.61

Figura 18 – Consumo de água de *Lactuca sativa* L. (mL) aos 30 dias em Solo Artificial Tropical (SAT) com água destilada (D) e mineral (M) tratadas pelo processo de eletroenergização negativa (N) e positiva (P) e sem tratamento (S). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. (⌊) Desvio padrão..... 62

Figura 19 – Altura média de *Lotus corniculatus* L. (cm) aos 30 dias em Solo Artificial Tropical (SAT) com água destilada (D) e mineral (M) tratadas pelo processo de eletroenergização

negativa (N) e positiva (P) e sem tratamento (S). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. (⌈) Desvio padrão.....	63
Figura 20 – Tamanho médio da raiz de <i>Lotus corniculatus</i> L. (cm) aos 30 dias em Solo Artificial Tropical (SAT) com água destilada (D) e mineral (M) tratadas pelo processo de eletroenergização negativa (N) e positiva (P) e sem tratamento (S). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. (⌈) Desvio padrão.	63
Figura 21 – Peso médio da massa seca de <i>Lotus corniculatus</i> L. (g) aos 30 dias em Solo Artificial Tropical (SAT) com água destilada (D) e mineral (M) tratadas pelo processo de eletroenergização negativa (N) e positiva (P) e sem tratamento (S). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. (⌈) Desvio padrão.	64
Figura 22 – Consumo de água de <i>Lotus corniculatus</i> L. (mL) aos 30 dias em Solo Artificial Tropical (SAT) com água destilada (D) e mineral (M) tratadas pelo processo de eletroenergização negativa (N) e positiva (P) e sem tratamento (S). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. (⌈) Desvio padrão.	65
Figura 23 – Altura média de <i>Trifolium repens</i> L. (cm) aos 30 dias em Solo Artificial Tropical (SAT) com água destilada (D) e mineral (M) tratadas pelo processo de eletroenergização negativa (N) e positiva (P) e sem tratamento (S). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. (⌈) Desvio padrão.....	66
Figura 24 – Tamanho médio da raiz de <i>Trifolium repens</i> L. (cm) aos 30 dias em Solo Artificial Tropical (SAT) com água destilada (D) e mineral (M) tratadas pelo processo de eletroenergização negativa (N) e positiva (P) e sem tratamento (S). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. (⌈) Desvio padrão.	66
Figura 25 – Peso médio da massa seca de <i>Trifolium repens</i> L. (g) aos 30 dias em Solo Artificial Tropical (SAT) com água destilada (D) e mineral (M) tratadas pelo processo de eletroenergização negativa (N) e positiva (P) e sem tratamento (S). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. (⌈) Desvio padrão.	67
Figura 26 – Consumo de água de <i>Trifolium repens</i> L. (mL) aos 30 dias em Solo Artificial Tropical (SAT) com água destilada (D) e mineral (M) tratadas pelo processo de eletroenergização negativa (N) e positiva (P) e sem tratamento (S). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. (⌈) Desvio padrão.	68
Figura 27 – (a) Peso médio por indivíduo aos 1, 10, 20 e 30 dias do experimento (a) e consumo médio acumulado de água por animal ao final dos 30 dias (b) de <i>Mus musculus</i> swiss dessormentados com água mineral (M) tratada pelo processo de eletroenergização negativa (N) e positiva (P) e sem tratamento (S).....	72

LISTA DE TABELA

Tabela 1 – Diferentes tratamentos de água utilizados nos ensaios.....	41
Tabela 2 – Análise físico-química das amostras de água destilada (D) e mineral (M) sem tratamento de eletroenergização (S), com tratamento de eletroenergização negativo (N) e com tratamento de eletroenergização positivo (P).	42
Tabela 3 – Características químicas e físicas do Solo Artificial Tropical (SAT), utilizados para os ensaios ecotoxicológicos.....	43
Tabela 4 – Número médio de juvenis (\pm desvio padrão) e coeficiente de variação (CV%) nos controles encontrados ao fim dos testes de reprodução realizados com três espécies de organismos edáficos usando o Solo Artificial Tropical (SAT) para a eletroenergização de água destilada e mineral.	50
Tabela 5 – Germinação (%) e sobrevivência (%) nos controles encontrados ao fim dos testes de germinação e de crescimento de plantas usando o Solo Artificial Tropical (SAT).	51
Tabela 6 – Valores médios (\pm desvio padrão) obtidos no hemograma dos camundongos <i>Mus musculus</i> , linhagem swiss, aos 10, 20 e 30 dias, dessedentados com água mineral (M) sem tratamento (S), com eletroenergização negativa (N) e eletroenergização positiva (P). Médias seguidas de mesma letra na mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (Continua).....	68
Tabela 7 – Valores médios (\pm desvio padrão) obtidos no leucograma dos camundongos <i>Mus musculus</i> , linhagem swiss, aos 10, 20 e 30 dias, dessedentados com água mineral (M) sem tratamento (S), com eletroenergização negativa (N) e eletroenergização positiva (P). Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias não seguidas de letras não atenderam a normalidade e homocedasticidade exigidas pela ANOVA (Continua).....	69
Tabela 8 – Valor médio (\pm desvio padrão) na análise bioquímica realizada nos camundongos <i>Mus musculus</i> , linhagem swiss, aos 10, 20 e 30 dias, dessedentados com água mineral (M) sem tratamento (S), com eletroenergização negativa (N) e eletroenergização positiva (P). Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.	71

LISTA DE ABREVIATURAS

- CAV – Centro de Ciências Agroveterinárias
- CBI – Centro de Bioterismo
- CETESB – Agência Ambiental do Estado de São Paulo
- CEUA – Comissão de Ética no Uso de Animais
- CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente
- CRA – Capacidade de Retenção de Água
- CTC – Capacidade de Troca Catiônica em pH 7,0
- DDP – Diferença de Potencial
- DEPA – Descargas Elétricas Sobre Pressão Atmosférica
- EDTA – *Ethylenediamine Tetraacetic Acid*. Pt: ácido etilenodiamino tetra-acético
- ETE – Estações de Tratamento de Esgoto
- EUA – Estados Unidos da América
- FBN – Fixação Biológica de Nitrogênio
- IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais
- ISO – *International Organization for Standardization*. Pt: Organização Internacional de Normalização
- MO – Matéria Orgânica
- OECD – *Organization for Economic Co-operation and Development*. Pt: Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico
- PET – Polietileno Tereftalato
- PAE – Plasma por Arco Elétrico
- PCT – Patent Cooperation Treaty
- PRF – Plasma Em Radio-Frequência
- SAT – Solo Artificial Tropical
- Software* – Programa
- UDESC – Universidade do Estado de Santa Catarina
- UNESCO – Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	24
1.1	HIPÓTESES	27
1.2	OBJETIVO GERAL.....	27
1.3	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	27
2	REFERENCIAL TEÓRICO	28
2.1	A ÁGUA E SUA IMPORTÂNCIA AO MEIO AMBIENTE.....	28
2.1.1	Qualidade da água	29
2.1.2	Eletroenergização da água.....	33
2.2	ECOTOXICOLOGIA TERRESTRE	35
3	MATERIAL E MÉTODOS	41
3.1	CARACTERIZAÇÃO DAS AMOSTRAS DE ÁGUA	41
3.2	SOLO.....	43
3.3	ENSAIOS ECOTOXICOLÓGICOS.....	44
3.3.1	Testes de reprodução com enquitreídeos (<i>Enchytraeus crypticus</i>)	44
3.3.2	Testes de reprodução com colêmbolos (<i>Folsomia candida</i>)	45
3.3.3	Testes de reprodução com minhocas (<i>Eisenia andrei</i>).....	45
3.3.4	Teste de germinação de plantas	46
3.3.5	Teste de crescimento de plantas	47
3.3.6	Testes com camundongos <i>Mus musculus</i> “Swiss”	48
3.3.7	Análise dos dados	49
4	RESULTADOS	50
4.1	VALIDAÇÃO DOS TESTES	50
4.2	TESTES DE REPRODUÇÃO COM ORGANISMOS DO SOLO.....	51
4.2.1	Testes de reprodução de enquitreídeos (<i>Enchytraeus crypticus</i>).....	51

4.2.2	Teste de reprodução de colêmbolos (<i>Folsomia candida</i>).....	52
4.2.3	Teste de reprodução de minhocas (<i>Eisenia andrei</i>).....	52
4.3	TESTES COM PLANTAS	53
4.3.1	Testes de germinação com aveia branca (<i>Avena sativa</i> L.).....	53
4.3.2	Testes de germinação com alface (<i>Lactuca sativa</i> L.).....	54
4.3.3	Testes de germinação com cornichão (<i>Lotus corniculatus</i> L.).....	55
4.3.4	Testes de germinação com trevo branco (<i>Trifolium repens</i> L.).....	55
4.3.5	Testes de crescimento com aveia branca (<i>Avena sativa</i> L.)	56
4.3.6	Testes de crescimento com alface (<i>Lactuca sativa</i> L.).....	59
4.3.7	Testes de crescimento com cornichão (<i>Lotus corniculatus</i> L.)	62
4.3.8	Testes de crescimento com trevo branco (<i>Trifolium repens</i> L.)	65
4.4	TESTES COM CAMUNDONGOS	68
4.4.1	Hemograma	68
4.4.2	Análise bioquímica	70
4.4.3	Peso e consumo de água	71
5	DISCUSSÃO	73
5.1	Análise físico-química da água.....	73
5.2	Testes de reprodução com organismos do solo	74
5.3	Testes com plantas.....	75
5.4	Testes com camundongos.....	78
6	CONCLUSÕES.....	83
7	REFERÊNCIAS	84
	APÊNDICES	99

1 INTRODUÇÃO

Segundo a FAO (2017a), até o ano de 2050 a população mundial irá superar o número de 9 bilhões de habitantes. Além disso, existe a tendência de que ocorra uma urbanização mundial reduzindo a população em áreas agrícolas e aumentando a concentração em centros urbanos. Desta maneira, acredita-se que, aproximadamente 66% da população mundial viverá nas cidades e esta concentração populacional juntamente com o aumento da população mundial farão com que ocorra uma maior demanda por alimentos (FAO, 2017a).

Para que se possa garantir a disponibilidade de alimentos para esta crescente população a sua produção deverá ser também ampliada. Estima-se um aumento de 50% da agricultura irrigada para que se possa atender a esta demanda e esse maior uso da água na agricultura fará com que as regiões próximas aos centros urbanos sofram com a baixa disponibilidade e também baixa qualidade da água, tanto para a atividade agrícola, quanto para o consumo humano. Além disso, as regiões que hoje já sofrem com a falta de água tendem a ver este recurso cada vez mais escasso (FAO, 2017b).

Até poucas décadas atrás a preocupação com a qualidade e disponibilidade da água utilizada para fins agrícolas geralmente não era observada, pois havia grande disponibilidade de água de boa qualidade em praticamente todos os locais. Porém o uso intensivo e descontrolado de praticamente todos os recursos de boa qualidade fez com que surgisse a necessidade de otimizar a sua utilização, além de exigir a utilização de recursos de baixa qualidade, o que levou à necessidade de um maior controle e otimização no uso da água (AYERS e WESTCOT, 1985; BRITO e ANDRADE, 2010).

Alguns exemplos são os projetos utilizando diferentes tecnologias para o aumento da disponibilidade de água como processos de dessalinização, tratamento de águas de esgoto, coleta de água de chuva através de cisternas (TUNDISI e TUNDISI, 2011) e métodos para um maior controle e otimização de recursos utilizados na agricultura como sistemas de monitoramento e controle utilizando tecnologias IOT (*Internet of Things*) para o gerenciamento mais inteligente e aumento de produtividade (KAMIENSKI et al., 2019).

Além da agricultura, na pecuária também tem se atentado para a qualidade da água oferecida e ao controle da quantidade utilizada pelos rebanhos (PALHARES, 2019). As preocupações com a qualidade e disponibilidade da água se apresentam mais relevantes em regiões que sofrem com a escassez de água continuamente ou por períodos específicos do ano, como ocorre na região central do Brasil (ANA, 2017).

Além dos cuidados com a qualidade e disponibilidade da água para a agricultura, a água utilizada para consumo animal também apresenta grande influência na produção de alimentos, uma vez que a água de baixa qualidade pode afetar o próprio consumo de água ocasionando a diminuição do consumo alimentar, o que além de causar enfermidades acaba prejudicando o desempenho animal (DUARTE et al., 2014). Sabe-se, também, que a água não está presente apenas na dessedentação animal, mas também em todo o processo de produção desde a higienização do animal, a limpeza de instalações, o abate dos animais e a produção de alimentos derivados, onde a qualidade e disponibilidade da água tem efeitos diretos sobre cada etapa (PEREIRA et al., 2009).

Sabendo da necessidade da obtenção de maiores rendimentos na produção agropecuária devido ao aumento na demanda por alimentos, o desenvolvimento de novas tecnologias para o aumento da produção e otimização dos recursos naturais, principalmente a água, vem se apresentando cada vez mais importante (CHAI et al., 2014; DRUGOWICH et al., 2017).

Dispositivos elétricos como os geradores de plasma, por exemplo, têm recebido grande atenção nesse sentido (PUAČ et al., 2018). Peethambaran et al. (2015) apontam que o tratamento de água com plasma é capaz de reduzir o consumo de água pelas plantas, realçando simultaneamente o seu crescimento. Outro estudo sobre a ação do plasma também apontou para a germinação e desinfecção de sementes, além de acelerar o crescimento das plantas (OHTA, 2016). Por outro lado, o tratamento de água com a utilização de plasma tem como resultado a redução do pH da água, a tornando ácida (BIAN et al., 2009).

A redução no valor do pH é creditada a formação de ácido nítrico e outras espécies reativas de nitrogênio (BIAN et al., 2009; OEHMIGEN, 2010). A acidez da água libera os prótons e conseqüentemente reduz o pH do solo e assim propiciando o aumento da lixiviação reduzindo a disponibilidade de determinados nutrientes essenciais para as plantas, além disso pode ser prejudicial à atividade de microrganismos e aumentar a disponibilidade de metais, diminuindo a fertilidade do solo (SINGH e AGRAWAL, 2008).

Além de estudos apresentando melhoras no desenvolvimento de plantas utilizando métodos como o plasma, existem diversas outras tecnologias emergentes com o mesmo propósito ou também com o objetivo de tratamento de água ou sementes, como por exemplo, micro descargas de superfície (MITRA et al., 2013), geradores de ozônio (VIOLLEAU et al., 2008), descargas elétricas sobre pressão atmosférica (DEPA) (DOBRIN et al., 2015), além de métodos que derivam do próprio plasma, conforme demonstrado por Ohta (2016), como o plasma-frio, plasma em rádio-frequência (PRF) e plasma por arco elétrico (PAE).

Outra tecnologia desenvolvida recentemente que também utiliza a aplicação de tensões elétricas no tratamento de água, foi desenvolvida por Duvoisin e Baggio (2016). Esta tecnologia utiliza o conceito denominado eletroenergização através do princípio de armadilhas de elétrons, onde através da aplicação de campos elétricos de alta intensidade e eletrização por contato é possível produzir águas com excesso de cargas elétricas através do direcionamento e aprisionamento de elétrons, conforme está descrito em seu pedido de patente.

Como esta tecnologia se refere a um invento recente com patente concedida apenas no ano de 2018 no Brasil (PCT/BR2016/050154) e em 2019 nos Estados Unidos (US20190174801), não existem ainda estudos realizados e publicados que atestem para a sua eficiência quanto a sua utilização para auxiliar no crescimento e desenvolvimento de plantas, os seus efeitos causados pelo consumo humano ou de animais e também para a existência de efeitos deletérios ao meio ambiente. Para isso, se faz necessária a utilização de ferramentas científicas que comprovem a sua aplicabilidade.

Para verificar os possíveis efeitos causados ao meio ambiente existem os ensaios ecotoxicológicos. Estes são ensaios de toxicidade que buscam definir níveis seguros de determinada substância de modo que ela não cause efeitos adversos em organismos vivos, tanto nos ambientes terrestres quanto nos aquáticos (ZAGATTO, 2006). O uso destas ferramentas ecotoxicológicas permitem um maior entendimento do efeito de determinada substância desde o nível molecular até seus efeitos nas dinâmicas de comunidades, isto através de ensaio comportamentais, reprodutivos, bioacumulação, entre outros (VAN GESTEL, 2012).

Já para estudar os efeitos de determinadas substâncias em animais ou, principalmente, em seres humanos, se tem feito a utilização da experimentação animal e para isso tem se adotado diversas espécies de animais, como por exemplo, cachorro, coelho, macaco, mas principalmente camundongos, devido a sua semelhança genética com o homem e também devido a facilidade de manejo em laboratório e a alta taxa de reprodução destes animais (CHORILLI et al., 2007). Desta forma, a utilização de animais de laboratório para a prevenção e cura de doenças, assim como o seu uso como organismos testes para verificar a eficácia e toxicidade de substância tem sido amplamente difundida na investigação biológica (ANDRADE et al., 2006).

Diante deste desafio de desenvolver novas tecnologias, visado o aumento da produção de alimentos perante o crescimento populacional, de modo a preservar os recursos existentes e sem causar danos ao meio ambiente, este estudo visa determinar os efeitos do processo de eletroenergização (patente PCT/BR2016/050154) de água destilada e mineral em organismos bioindicadores de qualidade do solo (colêmbolos, enquitreídeos e minhocas), espécies de

plantas (alface, aveia branca, cornichão e trevo branco) e também em um animal vertebrado (camundongo).

1.1 HIPÓTESES

1. A água eletroenergizada aumenta a germinação e crescimento das plantas;
2. A água eletroenergizada não apresenta toxicidade as plantas e animais.

1.2 OBJETIVO GERAL

Avaliar os efeitos gerados por águas destilada e mineral natural tratadas por processo de eletroenergização (patenteado sob registro *PCT: BR2016/05154*) em plantas, fauna edáfica e camundongos.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Obter dados de toxicidade da água sob tratamento de eletroenergização para as espécies *Eisenia andrei*, *Enchytraeus crypticus* e *Folsomia candida* em Solo Artificial Tropical (SAT);
2. Comparar a germinação e crescimento inicial de *Avena sativa* L., *Lactuca sativa* L., *Lotus corniculatus* L. e *Trifolium repens* L. irrigadas com águas tratadas sob processo de eletroenergização;
3. Conhecer os efeitos biológicos causados em camundongos pela utilização de água mineral eletroenergizada na dessedentação dos animais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A ÁGUA E SUA IMPORTÂNCIA AO MEIO AMBIENTE

A água (H₂O) é uma simples molécula onde um átomo de oxigênio reparte dois elétrons com dois átomos de hidrogênio através de ligação covalente, assim ela se apresenta como uma molécula dipolar (BOYD, 2015). Ela possui polaridade negativa de um dos lados devido à maior eletronegatividade do oxigênio, o que resulta em uma maior atração da nuvem eletrônica. Também apresenta polaridade positiva no outro lado devido a menor atração que os átomos de hidrogênios exercem sobre a nuvem eletrônica. A presença dessa polaridade na água faz com que ocorra uma atração eletrostática entre as moléculas, onde as cargas positivas existentes na região dos hidrogênios sejam atraídas para a região com cargas negativas, no caso o oxigênio.

Essas ligações são denominadas como “ligações de hidrogênio” ou “pontes de hidrogênio”. Essas ligações de hidrogênio permitem o agrupamento de várias moléculas criando grupos denominados *clusters*, porém não se tem definido o número exato de moléculas interligadas, uma vez que as ligações de hidrogênio são consideradas fracas, pois necessitam de pouca energia para serem desfeitas, entretanto, se sabe que fatores como temperatura, pressão e solutos presentes influenciam na formação dos *clusters* (ESTEVES, 2011).

As ligações de hidrogênio juntamente com a característica dipolar das moléculas de água influenciam em diversas características da água como a densidade, pressão de vapor, ponto de congelamento, ponto de ebulição, tensão superficial, capilaridade, entre outros (BOYD, 2015).

A água se apresenta como essencial para todas as formas de vida e isso se deve ao fato de que nenhum processo metabólico ocorre sem sua ação direta ou indireta. Ela também tem importante papel em todos os aspectos do desenvolvimento socioeconômico (FAO, 2017b). Isto se comprova uma vez que não só o crescimento vegetal, mas também a ocupação humana se mostra mais dependente da água do que qualquer outro fator ambiental, o que pode ser observado através do fato de que nas áreas com maior disponibilidade de água é que se encontra a maior diversidade biológica (PIMENTEL, 2004).

Nas plantas a água realiza diversas funções e muitas vezes a sua presença é o gatilho para a germinação das sementes. É também através da absorção da água presente no solo pelas raízes que ocorre a nutrição mineral e através dos tecidos vasculares acontece o movimento e transporte de nutrientes e minerais no interior das plantas (BLATT et al., 2014). Funções metabólicas nas plantas também são dependentes da água, como por exemplo, a fotossíntese.

Além disso, ela gera um efeito tampão para o controle de temperatura através do processo de transpiração (DIAS, 2008).

Os organismos do solo são afetados por diversos fatores entre eles a umidade do solo. As baixas quantidades de água no solo junto com temperaturas mais elevadas afetam na densidade de indivíduos e no número de grupos de organismos do solo como ácaros e colêmbolos (KROLOW et al., 2017), assim como também afetam a sobrevivência de organismos como, por exemplo, as minhocas (RICHARDSON, 2009). Além disso, a baixa umidade do solo também reduz a viabilidade dos ovos de colêmbolos quando ela se aproxima do ponto de murcha permanente (-1,5Mpa) (HOLMSTRUP, 2019), demonstrando assim a grande importância da água tanto na sobrevivência, quanto na reprodução dos organismos do solo.

Também, deve-se observar que a presença dos organismos edáficos, através dos serviços ecossistêmicos prestados como a bioturbação e formação de galerias, aumentam a capacidade de infiltração e retenção de água no solo fazendo com que ocorra uma maior disponibilidade de água para os próprios organismos e plantas (BROWN et al., 2015).

Os demais animais também são afetados pela disponibilidade de água, onde a sua falta afeta o crescimento, saúde e bem-estar animal causando impactos negativos, tanto nos fatores zootécnicos, quanto nos fatores econômicos (PALHARES, 2013). Em ensaios laboratoriais, os ratos e camundongos são utilizados devido aos estágios de maturação dos sistemas fisiológicos ocorrerem de forma semelhante ao que ocorre em humanos (BENTO-SANTOS et al., 2012). Com a sua utilização foi possível constatar que a privação de água para ratos acarretou na perda de peso dos animais mesmo sem a restrição de alimento e logo após a disponibilização da água os animais obtiveram ganho de peso (CEPPI et al., 2014; TOMANARI et al., 2003).

As funções da água nos animais podem ser apontadas como regular a temperatura corporal e também auxiliar na digestão dos alimentos e nos processos de metabolismo como excreção, reprodução e crescimento. A nível celular a água tem a função de transportar os nutrientes para o interior das células e retirar os resíduos lá presentes (PALHARES, 2013).

2.1.1 Qualidade da água

De acordo com a legislação brasileira, através da resolução 357 do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) (CONAMA, 2005), a qualidade da água se define pelo conjunto de condições e padrões necessários ao atendimento dos usos preponderantes, atuais ou futuros estabelecendo limites individuais para as substâncias presentes. A resolução também

aponta para que as interações entre quaisquer substâncias não possam conferir à água nenhuma característica capaz de causar efeitos letais, alterações comportamentais, reprodutivas ou fisiológicas à vida.

Estas regras se fazem importantes, pois uma vez que a qualidade da água não atenda aos requisitos apontados ela é capaz de causar impactos ambientais, sociais e também econômicos. Isto ocorre através da perda de biodiversidade, aumento de doenças, aumento no custo de tratamento destas águas quando destinada ao abastecimento doméstico, industrial e para a agropecuária, custos estes que nem sempre podem ser mensurados economicamente (FUNASA, 2014).

A qualidade da água pode ser influenciada tanto por ações antrópicas quanto por processos naturais. As ações antrópicas como a agropecuária, industrialização, produção de energia, mineração, infraestrutura hídrica, esgoto doméstico e o crescimento demográfico afetam diretamente a qualidade da água (ANA, 2011; CORCÓVIA e CELLIGOI, 2012). Além disso, processos naturais como intemperismo, cobertura vegetal e também acontecimentos relacionados com as alterações climáticas podem causar eventos hidrológicos extremos levando à seca ou inundações e assim trazendo um elemento adicional de incerteza e por consequência afetando o abastecimento de água e a produção de alimentos em todo o mundo (AGÊNCIA EUROPÉIA DO AMBIENTE, 2012; ANDRADE et al., 2007; GETIRANA, 2016).

Mesmo as águas residuais provenientes de estações de tratamento de esgoto (ETE), tanto domésticos quanto industriais, carregam consigo diversos poluentes ao solo e a água devido a simplicidade do seu processo de tratamento (UCKER et al., 2013). Além disso, segundo a UNESCO (2015) estima-se que 90% das águas residuais produzidas pelos países desenvolvidos não tem o seu destino final adequado, sendo dispensada em rios, lagos e oceanos, fato esse que se agrava quando se observa países em desenvolvimento ou subdesenvolvidos com escassez de recursos financeiros para este propósito.

O uso e qualidade da água e a produção de alimentos estão intimamente relacionados, uma vez que a água é o principal fator limitador da produção agrícola, principalmente nos locais onde não há precipitação suficiente para atender a demanda das culturas. Estima-se que ao menos 70% da água doce disponível mundialmente é utilizada na agricultura (CABRERA et al., 2019; BRITO; ANDRADE, 2010), o que caracteriza a enorme dependência da agricultura por este recurso. Estes valores tendem a ser maiores em países em desenvolvimento devido à baixa tecnologia empregada na agricultura quando comparada com países desenvolvidos (FAO, 2017b). Já no Brasil os valores de água consumida na agricultura correspondem a 46%, muito próximo do que é consumido no EUA, onde o valor chega a 59% (ANA, 2017). Considerando

também o aumento da população mundial, onde no ano 2000 era de 6,1 bilhões e com estimativa 10,5 bilhões em 2050 (BRITO; ANDRADE, 2010), e o aumento na demanda da produção agrícola para atender a população mundial atual e futura se fazem necessários estudos para que se atinja uma maior eficiência no uso deste recurso que é finito (STEDUTO et al., 2012). Este fato se agrava uma vez que o setor agrícola é o maior e muitas vezes um dos usuários mais ineficientes no uso água, o que pode esgotar a sua disponibilidade e inviabilizar todo o processo produtivo, e desta forma exige um maior esforço governamental na criação de incentivos na melhora da eficiência e também reforços nas regulamentações (OECD, 2018).

Sabendo que a maior parte da água existente no planeta é salgada e que apenas uma pequena parte da água doce existente está disponível para o uso humano, agrícola e industrial ressalta-se ainda mais a necessidade do seu uso consciente. Além disso, segundo Rodell et al. (2018), a disponibilidade da água depende de alguns fatores como a sua variabilidade natural, atividade humana e mudanças climáticas. A variabilidade natural influencia através da sazonalidade ocorrem períodos de secas ou chuvas os quais influenciam na disponibilidade da água. Já a atividade humana é responsável pela sua disponibilidade através da super exploração de água subterrâneas, as quais se apresentam difíceis de monitorar e acabam se esgotando devido à alta velocidade de retirada se comparada a capacidade de restabelecimento dos níveis. Mudanças climáticas também têm influência sobre a disponibilidade de água pelo degelo das calotas polares, mas também se atribui períodos de seca prolongada ou inundações atípicas a efeitos dessas mudanças.

Da mesma forma em que se deve observar a utilização de fertilizantes e outros tipos de agroquímicos de modo que não afetem negativamente o meio ambiente, a qualidade da água utilizada na irrigação de plantas e consumo de animais também se apresenta relevante na agricultura. Isto se mostra importante uma vez que juntamente com a água são transportados e depositados no solo sais, elementos traço, fármacos e outros compostos que acabam poluindo o solo e cursos de água próximos afetando desta forma plantas, organismos do solo e demais seres vivos que dependem direta ou indiretamente dos recursos disponíveis naquela área (ANA, 2017; ANA, 2011; RESENDE, 2002). Assim observa-se um sentido bidirecional na relação entre solo e água, onde não somente a poluição presente no solo pode afetar os corpos d'água, mas também os contaminantes presentes na água podem prejudicar o solo, plantas e animais quando são utilizados sistemas de irrigação. Este fato se apresenta ainda mais relevante, pois além dos efeitos causados diretamente ao meio ambiente isto também implica em riscos à segurança alimentar e saúde pública.

Como já citado, são inúmeros os contaminantes com possibilidade de presença nas águas. Dos critérios de salinidade presentes na água utilizada na irrigação que podem afetar o solo devem-se observar o risco de sais em elevadas concentrações em relação ao efeito osmótico e desestruturação do solo, no caso do sódio, o que dependendo da espécie cultivada, acarreta diminuições nos rendimentos dos cultivos agrícolas através de redução nas taxas de germinação, diminuição da parte aérea e raízes (HARTER et al., 2014), além dos problemas mecânicos causados aos equipamentos de irrigação. A salinização ocasiona redução expressiva da produtividade o que gera abandono da área de cultivo e salinização dos cursos d'água e consequentemente perdas na biodiversidade (ANA, 2011; ALMEIDA, 2010).

Já a contaminação com o nitrogênio, em especial o nitrato (NO_3), presente na água de irrigação se dá principalmente devido ao fato de ser fracamente retido nas cargas positivas dos coloides do solo e assim ser facilmente lixiviado que, quando em excesso, pode causar o surgimento do processo de eutrofização em águas próximas afetando os sistemas aquáticos e prejudicando o uso destas águas para outras atividades domésticas ou agrícolas. Porém, isso depende da quantidade de nitrato adicionado ou presente no solo, permeabilidade, manejo da irrigação, entre outros fatores (GARCÍA-GARIZÁBAL et al., 2012; RESENDE, 2002).

Outro processo que pode ser afetado pelo nitrogênio presente na água de irrigação é a fixação biológica de nitrogênio (FBN), uma vez que a disponibilidade de nitrogênio no solo reduz a atividade de microrganismos diazotróficos e consequentemente diminuindo a fixação biológica do nitrogênio (MARQUES et al., 2017). Há também indicativos de que o excesso de nitrogênio no solo afete negativamente a sobrevivência e reprodução de colêmbolos da espécie *F. candida*, que é um organismo do solo que tem papel importante no processo decomposição e ciclagem de nutrientes no solo (MACCARI et al., 2016). Além disso, quando presente no solo e em condições físico-químicas favoráveis o nitrato pode ser desnitrificado por organismos do solo sendo convertido em óxido nitroso (N_2O) que é um gás que tem grande influência no efeito estufa e destruição da camada de ozônio (WAKELIN et al., 2019).

Com relação aos produtos químicos e fármacos de origem agrícola que são encontrados em corpos d'água e que correm risco de estar presentes nas águas de irrigação podem ser citados os pesticidas, fertilizantes, promotores de crescimento animal, excreção de hormônios naturais, drogas de uso veterinário e componentes provenientes do lodo de ETE. Porém inúmeros outros componentes também são encontrados na água provenientes de origem humana e industrial (LIMA et al., 2017).

Entre os fármacos que apresentam maiores riscos ao ambiente pode-se apontar os hormônios e antibióticos. Estudos apresentam a presença de hormônios, que são desreguladores endócrinos,

em carnes (gado, suínos, aves e peixes), leite, ovos e plantas (gramíneas e leguminosas). Já a presença de antibióticos na água ou solo apresentaram maior resistência de bactérias patogênicas (TORRES et al., 2012). Um estudo realizado no estado do Ceará por Barbosa et al. (2019), aponta para uma maior incidência de câncer infantojuvenil em microrregiões aonde existem polos de irrigação agrícola. Os autores relacionam isso ao uso abusivo de agrotóxicos, pois estudos realizados na região encontraram grandes concentrações de pesticidas em 100% dos pontos coletados, como canais de irrigação, poços e caixas d'água residenciais que são abastecidas por estações de tratamento, o que mostra que através da poluição do solo com o uso de agrotóxicos pode ocorrer a contaminação de águas subterrâneas, rios e lagos causando grande impacto social e econômico.

A presença de elementos traço na água utilizada na irrigação se dá por processos naturais como o intemperismo de rochas e lixiviação do solo, mas também pode ocorrer por fatores antrópicos como mineração e esgoto, além disso elementos têm diferentes efeitos no solo, plantas e organismos (KABATA-PENDIAS; PENDIAS, 2001).

Mais recentemente tem se dado maior atenção aos efeitos dos plásticos, em especial os microplásticos, na agricultura. Isto se dá principalmente pela sua inserção na cadeia alimentar e dessa forma contaminando os alimentos para consumo humano, porém o consumo destes plásticos e os seus efeitos ainda não é amplamente conhecido (GIONFRA, 2018). Entretanto, já se sabe que minhocas e colêmbolos podem ingeri-los e movimentá-los no perfil do solo, além de fragmentar ainda mais estas partículas que podem se acumular em sua biomassa e causar mecanismos-respostas ao estresse causado por estas partículas (CHAE; AN, 2018).

2.1.2 Eletroenergização da água

A capacidade da água de armazenar cargas elétrica já é observado desde o século XIX, quando em 1867 William Thomson (Lord Kelvin) criou um dispositivo capaz de transferir cargas elétricas de gotas de água através de indução eletrostática (THOMSON, 1867). Porém os efeitos das cargas elétricas já eram observados muito antes disso em experiências realizadas no século XVII por Gilbert através da atração de água por âmbar eletrizado (ASSIS, 2010).

Desde então, diversas pesquisas vêm sendo realizadas buscando elucidar os mecanismos que causam a eletrização da água através de diferentes metodologias como eletrização por indução (MATSUMOTO et al., 2015) e eletrização por contato (SANTOS et al., 2011) utilizando fontes de alta tensão elétrica para criar a o excesso de cargas elétricas na água.

Há também estudos que buscam explicar os mecanismos de cargas elétricas na água sem a aplicação de campos elétricos externos, como os métodos desenvolvidos por Amin et al. (2006) e também por Miljkovic et al. (2013). Burgo e Galembeck (2016) mostram que a capacidade da água em armazenar cargas elétricas tem sido discutida por alguns pesquisadores, porém apontam que é possível produzir o excesso de cargas elétricas na água em laboratório de forma simples.

Quando se tem um corpo metálico no qual é aplicada uma alta tensão elétrica e ocorre o contato com a água, Santos et al. (2011) justificam que o acúmulo de cargas elétricas ocorre pelo fato de que quando a água entra em contato com um corpo positivo os íons negativos como OH^- , HCO_3^- , entre outros, são atraídos para a superfície do corpo metálico e conseqüentemente descarregados fazendo assim com que a água adquira cargas positivas. Já quando a água entra em contato com um corpo metálico onde uma tensão elétrica negativa é aplicada os íons H^+ são atraídos deixando a água com excesso de cargas negativas.

Nesse mesmo estudo os autores também analisaram as cargas elétricas acumuladas na água quando uma gota eletricamente neutra passa por um anel eletricamente energizado. Nessa situação, quando o anel está com tensão positiva o potencial eletroquímico do H^+ é aumentado fazendo com que ele deixe a gota e que ela adquira cargas elétricas negativas.

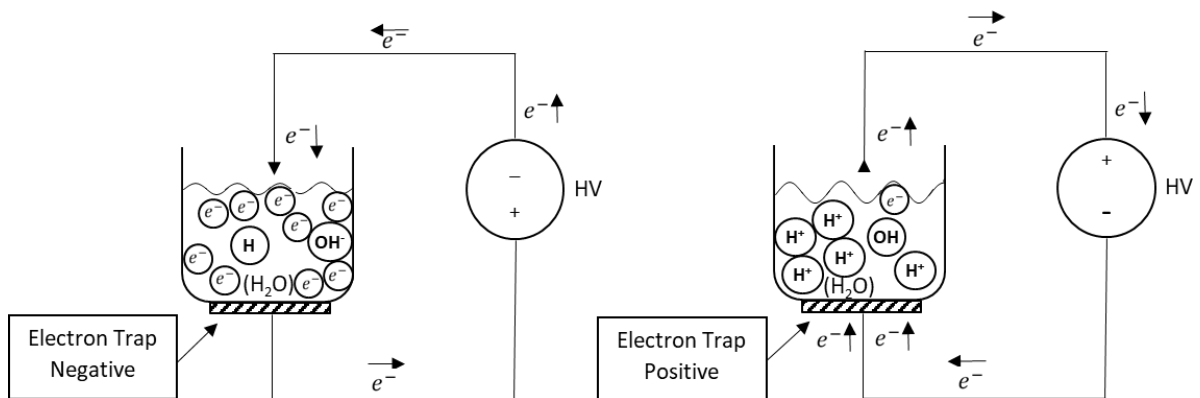
Brandenbourger e Dorbolo (2014) sugerem uma analogia eletrônica a uma gota de água. Segundo eles a água se comporta como um capacitor em paralelo com um resistor, o que dá a ela um tempo característico de carregamento elétrico, quando dependendo do período de eletrização ela se comporta como um capacitor, ou senão, como um condutor “perfeito”. Eles também caracterizam essa constante de tempo e conseqüentemente a capacidade de acúmulo de cargas à permissividade relativa e à condutividade elétrica do líquido.

Tendo como base os diversos trabalhos que comprovam a capacidade da água em acumular cargas elétricas com as mais diferentes metodologias Duvoisin e Baggio (2016) desenvolveram um método denominado “Sistema e método para a energização eletromagnética de conteúdos envasados e equipamento correspondente”. Esta tecnologia também denominada como “eletroenergização” é patenteada (PCT/BR2016/050154 e US20190174801) e se baseia nos métodos de acúmulo de cargas elétricas através do contato direto da água com o eletrodo e também através da eletrização por indução através da geração de campos elétricos de alta intensidade.

Além de criar o excesso das cargas elétricas na água ou outro líquido, este método faz com que ocorra o aprisionamento destas cargas elétricas tornando-as estáveis em seu recipiente, o qual possui material isolante em sua composição fazendo com que estas cargas se mantenham

estáveis por maiores períodos de tempo, criando desta forma uma “armadilha de elétrons” (Figura 1). A quantidade de carga acumulada é dependente da tensão elétrica aplicada, quantidade de líquido, entre outros fatores (DUVOISIN et al., 2019). Por se tratar de uma tecnologia recente não existem estudos publicados que verifiquem quais são os seus efeitos em plantas, organismos do solo, seres humanos e no meio ambiente.

Figura 1 – Processo de eletroenergização de água com acúmulo de cargas elétricas negativas (Esq.) e cargas positivas (Dir.).



Fonte: Adaptado de Duvoisin et al. (2019).

2.2 ECOTOXICOLOGIA TERRESTRE

Diversas ações antrópicas como a industrialização, a atividade agrícola, a mineração, entre outras práticas produzem uma vasta gama de resíduos que quando não tratados ou tratados de forma ineficiente acabam ocasionando a poluição do solo e da água, desta forma prejudicando as plantas e os organismos. Essa contaminação pode ocorrer através de descarga direta dos resíduos no ambiente, mas também pode ocorrer de forma indireta quando através de fatores como a percolação, dispersão ou volatilização (ANDRÉA, 2010).

As avaliações de contaminação de áreas geralmente ocorrem através de análises químicas, porém estes tipos de análises não se apresentam suficientes para prever os efeitos e sua intensidade nos organismos presentes no solo, uma vez que além de suas características específicas também existem as relações entre as comunidades de organismos. Desta forma são necessários ensaios de toxicidade em organismos para que atuem de forma complementar às análises químicas, pois em geral estes ensaios biológicos se apresentam mais sensíveis e podem indicar a poluição do solo por pequenas quantidades de contaminantes (TEREKHOVA, 2011).

Historicamente, os ensaios ecotoxicológicos sobre organismos do solo datam da década de 60 no pós-guerra, onde foram realizados os primeiros ensaios utilizando colêmbolos e minhocas sob influência de pesticidas (FOX, 1964). Porém os primeiros protocolos desenvolvidos pela *Organisation for Economic Co-operation and Development* (OECD) surgiram vários anos depois, em 1984 (OECD, 1984). No Brasil as primeiras publicações datam da década de 1990, quando estudo sobre o efeito de pesticidas em minhocas *Eisenia fetida* foram publicados (ICHINOSE et al., 1996). Nesse mesmo período a Agência Nacional do Meio Ambiente (IBAMA) e a Agência Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) realizaram a recomendação de testes agudos baseados nos protocolos europeus existentes naquela época, conforme documentado por Niva et al. (2016).

Desde então a ecotoxicologia terrestre teve uma maior atenção dos pesquisadores, onde mais recentemente além do efeito direto de apenas uma substância nos organismos tem se estudado o efeito de conjuntos de substâncias químicas aliadas a outros fatores de estresse como a temperatura e o teor de umidade do solo (VAN GESTEL, 2012).

A ecotoxicologia estuda os efeitos de substâncias naturais ou sintéticas nos organismos vivos, nas populações ou nas comunidades, tanto nos ambientes terrestres quanto aquáticos (ZAGATTO, 2006). Ela consiste em uma série de ensaios controlados tendo como objetivo avaliar os efeitos de determinada substância em organismos bioindicadores não-alvo e as interações destes no ambiente (SEGAT, 2016). Segundo Fairbrother e Hope (2005), a ecotoxicologia terrestre requer três fatores que são uma fonte, um receptor e uma via de exposição. A fonte é a forma como o poluente entra no ambiente e pode ser direta, pode ser oriunda de fontes difusas ou por transporte de longas distâncias. Os receptores podem ser diversos organismos presentes no solo como microrganismos do solo, plantas, anfíbios, reptéis e mamíferos. Por fim, a via de exposição pode ser por exposição dérmica, oral, inalação ou alimentar.

Segundo Van Gestel (2012), os ensaios ecotoxicológicos podem ocorrer de forma preditiva ainda em laboratório para analisar o efeito de novas substâncias no meio ambiente, mas também pode ocorrer de forma diagnóstica onde se objetiva analisar os efeitos causados por áreas já contaminadas. Nas duas formas de avaliação devem ser observados alguns fatores como a praticidade do teste e a aceitabilidade do ensaio segundo protocolos já estabelecidos. Além disso, o ensaio deve ser representativo, ou seja, devem ser selecionados organismos de diferentes grupos funcionais e diferentes vias de exposição (VAN GESTEL et al., 1997).

Para isso, atualmente são utilizados protocolos e diretrizes padronizados internacionalmente pela *International Organization for Standardization* (ISO) e pela

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), onde organismos bioindicadores, como animais e plantas, são expostos a solos contaminados com a substância com a qual se deseja verificar a toxicidade ao meio ambiente e assim estabelecer níveis adequados para o seu uso ou então para a sua proibição (CLASEN; LISBÔA, 2019).

Para ensaios com organismos do solo existem protocolos para diversas espécies, por exemplo, a ISO 16387 (2004) que estabelece um protocolo padronizado para ensaios ecotoxicológicos de reprodução de organismos utilizando enquitreídeos (Enchytraeidae) (ISO 16387, 2004). Os enquitreídeos proporcionam vantagens para a sua utilização em ensaios ecotoxicológicos uma vez que apresentam sensibilidade a contaminantes, são de fácil manutenção em laboratório e apresentam alta taxa de reprodução (SEGAT, 2016). Eles são organismos típicos da mesofauna terrestre, possuem ampla distribuição no solo se concentrando nas camadas superiores (20 cm) e, além disso, possuem grande importância biológica atuando na decomposição da matéria orgânica, ciclagem de nutrientes, controle de microrganismos e manutenção da microporosidade do solo (NIVA et al., 2010). Ainda segundo Niva et al. (2010), a umidade e a temperatura apresentam grande importância na distribuição temporal e espacial dos enquitreídeos.

Outro organismo do solo amplamente utilizado em ensaios ecotoxicológicos é o colêmbolo. A espécie *Folsomia candida* tem seu ensaio de reprodução orientado pelo protocolo ISO 11267 (1999), este protocolo define a metodologia a ser utilizada para verificar os efeitos químicos sobre a reprodução de *F. candida* (ISO 11267, 1999). Os colêmbolos da espécie *F. candida* são considerados bons indicadores de qualidade do solo para bioensaios, pois atuam na decomposição da matéria orgânica, na ciclagem de nutrientes (BARETTA et al., 2008), têm grande importância no funcionamento do solo, alta abundância e diversidade e sensibilidade variável aos distúrbios do solo (VANHÉE; DEVIGNE, 2018). A umidade do solo também apresenta influência sobre densidade das populações de colêmbolos, onde a falta de umidade pode afetar a mortalidade em espécies com maior sensibilidade, além de diminuir as comunidades fúngicas que são fonte de alimento desses organismos (OLIVEIRA FILHO; BARETTA, 2016).

As minhocas foram os primeiros organismos do solo a possuírem um protocolo para ensaios ecotoxicológicos (OECD, 1984). Atualmente são utilizados alguns protocolos de bioensaios entre eles a ISO 11268-1 (1998) para a determinação de toxicidade aguda, a ISO 11268-2 (1998) para a verificação do efeito de poluentes sobre a reprodução desses organismos e também a ISO 17512-1 (2005b) que é utilizada para verificar efeitos comportamentais (fuga) sobre as minhocas (ISO 11268-1, 1998; ISO 11268-2, 1998; ISO 17512-1, 2005b). Devido à

sua sensibilidade relacionada com mudanças ambientais naturais e antrópicas as minhocas podem ser utilizadas para o monitoramento e avaliação da qualidade ambiental (BROWN; DOMINGUES, 2010). A sua utilização como bioindicadores ocorre devido as substâncias testadas serem ingeridas junto com as partículas do solo, mas também pode ocorrer a exposição cutânea através do contato com a substância quando a mesma está dissolvida no solo (VAMPRÉ et al., 2010). Além disso, as minhocas possuem importantes funções no ecossistema terrestre como a contribuição na decomposição de resíduos, ciclagem de nutrientes e na estruturação do solo através da construção de canais pelos quais auxilia na drenagem e retenção de água, circulação de ar e transporte de nutrientes tendo um papel importante na formação do solo e dessa forma utilizadas como bioindicadores (ANDRÉA, 2008).

Além da fauna do solo, diversas plantas também são utilizadas como bioindicadores da qualidade do solo. O protocolo OECD 208 (OECD, 2006) é utilizado para padronizar a avaliação dos efeitos potenciais de substâncias na germinação e crescimento de plantas. Nestes testes as sementes são colocadas em contato com o solo tratado com a substância a ser avaliada (OECD, 2006). Pelo fato das plantas não apresentarem deslocamento voluntário elas refletem muito bem as condições locais, além disso situações de estresse causam a desestabilização das suas funções fisiológicas normais, assim quando as plantas são expostas a tais condições elas tendem a diminuir as chances de crescimento e desenvolvimento (CARVALHO et al., 2015).

Os ensaios ecotoxicológicos utilizando plantas são vantajosos por serem simples, versáteis e poderem ser utilizados em ensaios em águas, sedimentos ou amostras de solo (IANNACONE; ALVARINO, 2005). Além de considerar diversos fatores como ocorrência natural, ciclo de vida e diversidade taxonômica, a seleção das plantas para os ensaios ecotoxicológicos deve seguir alguns critérios como germinação consistente, crescimento uniforme das plântulas, serem passíveis de ensaios em laboratório, apresentarem sensibilidade à substância teste e atenderem os critérios de validade do ensaio (OECD, 2006).

Entre as diversas espécies de plantas que têm sido utilizadas em ensaios ecotoxicológicos, pode-se citar a aveia branca (*Avena sativa* L.). Esta espécie tem importante representatividade na pecuária mundial. Por ser uma planta com ampla distribuição global possui alta adaptabilidade, bom rendimento e é de fácil cultivo, assim é utilizada para a alimentação de animais como, gado, ovelha e cavalos (GAO et al., 2019). No sul do Brasil é uma importante opção de cultivo de inverno utilizada para pastagens, produção de grãos e cobertura de solo, mas também sendo utilizada para alimentação humana devido seu elevado valor nutritivo (PEDÓ; SGARBIERI, 1997). Esta espécie de planta vem sendo amplamente utilizada em ensaios ecotoxicológico visando avaliar os efeitos causados por diversas

substâncias como a presença de metais na fertilização (ZORTÉA et al., 2016), resíduos provenientes de atividade mineradora (OLIVEIRA FILHO et al., 2015) e também em filmes biodegradáveis utilizados na agricultura (RYCHTER et al., 2016).

A alface (*Lactuca sativa* L.) tem sido amplamente utilizada em ensaios ecotoxicológicos, pois é um excelente bioindicador para análises de água e solo, além disso é um alimento consumido mundialmente (WOLF et al., 2017). Sua utilização para estes ensaios é recomendada por diversos órgãos internacionais pelo fato dos testes serem simples, rápidos, confiáveis e baratos (LYU et al., 2018). A utilização de *L. sativa* como bioindicador é aplicada em estudos que apontam a qualidade em efluentes industriais (CHARLES et al., 2011), lixiviados de herbicidas (SILVA JUNIOR, 2018) e efeitos alelopáticos de substâncias sobre germinação e desenvolvimento de sementes (SANDERSON et al., 2013).

O cornichão (*Lotus corniculatos* L.) é uma planta leguminosa forrageira perene de origem europeia e mediterrânea, entretanto é encontrada em diversas partes do planeta com exceção de regiões muito frias e muito tropicais, também apresenta tolerância a solos com baixa fertilidade e à acidez (SOSTER et al., 2004), além disso é indicado para solos que apresentam boa drenagem devido sua alta tolerância a estiagem (CÓRDOVA; FLARESSO, 2015). Esta espécie tem sido utilizada em alguns ensaios ecotoxicológicos como na avaliação de resíduos de mineração (OLIVEIRA FILHO et al., 2015), tolerância à acidez de solos (BELESKY et al., 1991), resistência a herbicidas (MARRS et al., 1991) e efeitos causados pelo dejetos de animais herbívoros à comunidade e diversidade vegetal (VALDÉS-CORRECHER et al., 2019).

O trevo-branco (*Trifolium repens* L.) é uma espécie de planta leguminosa forrageira perene de ampla distribuição global, porém sua perenidade depende de alguns fatores como, por exemplo, as condições climáticas sendo melhor adaptada a climas temperados (BORTOLINI et al., 2006) e subtropicais, sendo que no Brasil sua maior concentração se situa na região sul onde contribui para o aumento do valor nutritivo de pastagens para a dieta animal (MACHADO et al., 2013). O estresse hídrico causado pela falta de água causa um menor crescimento das plantas assim como uma alta ativação de enzimas lignificantes que ocasionam uma menor digestibilidade da forragem pelos animais (LEE et al., 2007).

Além da fauna do solo e das plantas também tem se utilizado mamíferos para ensaios em laboratório. A utilização de camundongos em estudos científicos foi introduzida no século XIX e isso se deve ao fato destes animais serem pequenos, terem alta proliferação, período de gestação curto, serem facilmente domesticados e de fácil manutenção, além disso possuem alta similaridade genética com os seres humanos o que os tornou o mamífero mais utilizado na experimentação em todo o mundo (SILVA-SANTANA et al., 2019; ANDRADE et al., 2006).

A manutenção e utilização destes animais em laboratórios devem atentar a fatores como a alimentação balanceada, a qual pode influenciar em diversos fatores biológicos como o crescimento, a disponibilidade de água que pode influenciar na desidratação e redução na ingestão de alimentos (BRASIL, 2016), o estresse térmico causado pelo frio (ZAFAR et al., 2018), entre outros fatores que possam influenciar nos resultados dos experimentos.

Os diferentes organismos que são utilizados em ensaios ecotoxicológicos podem apresentar resultados diferentes a um mesmo fator de estresse (VAN DEN BRINK et al., 2006; TEREKHOVA, 2011), desta forma é de grande importância a utilização de diversas espécies de organismos que desempenhem funções diferentes no meio ambiente para assim poder avaliar da melhor forma possível os efeitos de substâncias ao meio ambiente.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DAS AMOSTRAS DE ÁGUA

Para a realização dos ensaios de ecotoxicidade em plantas e fauna do solo foram utilizados dois tipos de águas comerciais, sendo uma a água destilada e outra a água mineral natural. A escolha pela utilização de água destilada e mineral se deve a comparação dos efeitos ocasionados pelo processo de eletroenergização em águas com diferentes concentrações de sais e outros produtos dissolvidos. Os dois tipos de água tiveram suas amostras submetidas ao processo de eletroenergização (PCT/BR2016/050154), sendo que cada uma das amostras foi tratada pelo período de 10 segundos. Foram utilizadas duas polaridades elétricas, onde foram aplicadas diferenças de potencial (DDP) positiva e negativa. Desta forma foram produzidos seis tratamentos distintos, conforme apresentado na Tabela 1.

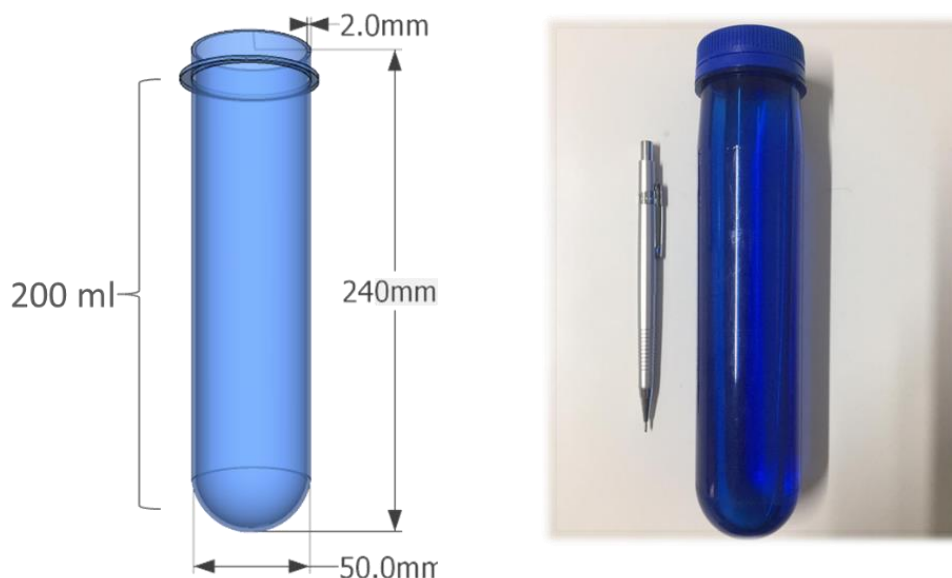
Tabela 1 – Diferentes tratamentos de água utilizados nos ensaios.

Tratamentos	Abreviação
Água destilada sem tratamento	D (S)
Água destilada com eletroenergização negativa	D (N)
Água destilada com eletroenergização positiva	D (P)
Água mineral sem tratamento	M (S)
Água mineral com eletroenergização negativa	M (N)
Água mineral com eletroenergização positiva	M (P)

Fonte: produção do próprio autor, 2019.

As amostras de água foram submetidas ao processo de eletroenergização e foram armazenadas em embalagens de polietileno tereftalato (PET) injetado, com 240 mm de altura, 50 mm de diâmetro e espessura de 2 mm, com capacidade de armazenamento de 200 mL, conforme pode ser observado na Figura 2.

Figura 2 – Embalagem utilizada no processo de energização e armazenamento da água.



Fonte: produção do próprio autor, 2019.

As características físico-químicas das amostras de águas destilada e mineral com e sem tratamento de eletroenergização são apresentadas na Tabela 2. A análise do nitrogênio amoniacal total, nitrito e nitrato foram realizada pelo Laboratório Biológico, localizado em Florianópolis/SC. Os demais características foram determinadas pelo Laboratório de Análises de Solo da EPAGRI/CEPAF de Chapecó/SC.

Tabela 2 – Análise físico-química das amostras de água destilada (D) e mineral (M) sem tratamento de eletroenergização (S), com tratamento de eletroenergização negativo (N) e com tratamento de eletroenergização positivo (P).

Parâmetros	D (S)	D (N)	D (P)	M (S)	M (N)	M (P)
Condutividade elétrica ($\mu\text{s cm}^{-1}$)	4,73	4,71	4,72	87,12	87,20	87,14
Cor (uH)	1,2	1,8	1,8	0,2	0,6	0,2
Oxigênio dissolvido (mg L^{-1})	5,36	6,17	6,04	5,25	6,33	5,83
pH	6,34	6,38	6,34	7,51	7,50	7,41
Turbidez (NTU)	0,26	0,24	0,22	0,12	0,12	0,09
Sólidos totais (mg L^{-1})	39,6	78,4	59,2	75,6	76,0	76,0
Fluoreto (mg L^{-1})	0,35	0,37	0,33	0,24	0,25	0,24
N Amoniacal Total (mg L^{-1})	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Nitrito (mg L^{-1})	0,64	< 0,070	< 0,070	< 0,070	< 0,070	< 0,070
Nitrato (mg L^{-1})	< 2,20	< 2,20	14,96	< 2,20	3,96	< 2,20

Fonte: produção do próprio autor, 2019.

3.2 SOLO

O solo utilizado nos ensaios ecotoxicológicos com organismos edáficos e plantas é Solo Artificial Tropical (SAT), o qual foi proposto por Garcia (2004) e é baseado no protocolo ISO 11268-2 (1998), onde é feita a substituição da turfa por fibra de coco tornando-o mais condizente com as condições das regiões tropicais. O solo utilizado nestes testes apresenta adaptações com relação ao solo proposto por Garcia (2004) e possui em sua composição 75% de areia industrial fina, 20% de argila caulínica e 5% de fibra de coco (seca e peneirada). O pH do SAT foi corrigido para $6,0 \pm 0,5$ através da adição de carbonato de cálcio (CaCO_3) (ISO 10390, 2005a). A utilização do SAT como substrato busca padronizar os testes e minimizar a influência de fatores externos, além de ser o substrato utilizado para a validação dos testes (OLIVEIRA FILHO et al., 2018). Isso se faz necessário, uma vez que ainda não existem estudos sobre o efeito de água eletroenergizada em indicadores biológicos ambientais. As análises químicas e físicas do SAT são apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3 – Características químicas e físicas do Solo Artificial Tropical (SAT), utilizados para os ensaios ecotoxicológicos.

Parâmetros	SAT
MO (%)	5,0
CTC ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ pH 7)	77,0
pH (H_2O)	5,8
P (mg dm^{-3})	28,0
K (mg dm^{-3})	0,07
Ca ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$)	25,0
Mg ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$)	9,0
Al + H ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$)	12,0
Cu (mg dm^{-3})	0,2
Zn (mg dm^{-3})	6,0
Fe (mg dm^{-3})	1,9
Argila (%)	20,0

Fonte: produção do próprio autor, 2019.

3.3 ENSAIOS ECOTOXICOLÓGICOS

Os organismos do solo (enquitrédeos, colêmbolos e minhocas) utilizados nos ensaios foram obtidos de criação estabelecida no Laboratório de Solos e Sustentabilidade da UDESC-Oeste. Para estes ensaios foram utilizadas águas destilada e mineral sem tratamento, com tratamento de eletroenergização positiva e eletroenergização negativa, totalizando 6 tratamentos com 5 repetições cada.

3.3.1 Testes de reprodução com enquitrédeos (*Enchytraeus crypticus*)

Os enquitrédeos utilizados nos ensaios foram criados em recipientes plásticos com volume de 200 mL contendo SAT. A criação destes organismos é mantida de acordo com diretrizes estabelecidas pela ISO 11268-2 (1998). Foram utilizados organismos adultos possuindo clitelo aparente.

A execução dos testes de reprodução com *E. crypticus* seguiu as recomendações da ISO 16387 (2004), porém com adaptações relacionadas ao tempo do ensaio sendo alterado para 28 dias. Recipientes de plástico com capacidade de 100 mL receberam 30 g de SAT com teor total de umidade ajustada para 60% da capacidade máxima de retenção de água (CRA) utilizando as amostras de água destilada e mineral com e sem tratamento por eletroenergização. Em cada unidade foram inseridos 10 indivíduos com clitelo aparente e alimentados com flocos de aveia fina no início dos testes e aos 14 dias.

Os ensaios foram realizados em ambiente climatizado e fotoperíodo controlado, onde manteve-se a temperatura em $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2$ e o fotoperíodo de 12:12 horas (luz: escuro). Semanalmente os recipientes contendo os organismos tiveram a umidade do solo corrigido pela diferença de peso utilizando as amostras de águas eletroenergizadas de acordo com cada tratamento, além disso foram abertos duas vezes por semana para permitir a aeração.

Ao final dos 28 dias, foram adicionados 30 mL de álcool absoluto em cada recipiente e, após isso, foram adicionadas cinco gotas de uma solução de Rosa de Bengala (1% em etanol), desta forma os organismos adquiriram coloração com o propósito de facilitar a contagem dos mesmos. Esta solução e o conteúdo existente nos recipientes foram agitados para promover a homogeneização nas amostras. Após o período de 48 horas as amostras foram peneiradas a 250 μm e então realizada a contagem dos enquitrédeos com o auxílio de estereomicroscópio binocular com aumento de 40 vezes.

3.3.2 Testes de reprodução com colêmbolos (*Folsomia candida*)

Os colêmbolos utilizados nos ensaios foram criados em recipientes plásticos com volume de 200 mL contendo meio de cultivo composto por gesso e carvão ativado (11:1, v:v). A criação destes organismos é mantida de acordo com diretrizes estabelecidas pela ISO 11268-2 (1998).

Para o teste de reprodução de *F. candida* foram seguidas as recomendações conforme o protocolo ISO 11267 (1999), onde em recipientes plásticos com altura de 7,5 cm e diâmetro de 5,5 cm foram adicionados 30 g de SAT com umidade corrigida para 60% da capacidade máxima de retenção de água (CRA) utilizando as águas destilada e mineral com os tratamentos de eletroenergização positivos e negativos.

Cada recipiente recebeu 10 indivíduos com idade sincronizada entre 10 e 12 dias e mantidos em ambiente climatizado e fotoperíodo controlado, onde manteve-se a temperatura em $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2$ e o fotoperíodo de 12:12 horas (luz: escuro). No início do teste e após 14 dias decorridos, os organismos foram alimentados com 2 mg fermento biológico. Semanalmente os recipientes contendo os organismos foram abertos para promover a aeração e tiveram a umidade do solo corrigido pela diferença de peso utilizando as amostras de águas eletroenergizadas de acordo com cada tratamento.

Após 28 dias do início do ensaio foi realizada a contagem do número de indivíduos jovens gerados. Para isso foram adicionados 150 mL água e 5 gotas de tinta preta (para caneta esferográfica) aos recipientes. Desta forma, por flutuação e com o contraste da tinta com os organismos foi possível fotografar as amostras e com auxílio do programa computacional ImageTool (University of Texas Health Science Center, 2002) foi realizada a contagem de indivíduos.

3.3.3 Testes de reprodução com minhocas (*Eisenia andrei*)

A criação destes organismos é mantida de acordo com diretrizes estabelecidas pela ISO 11268-2 (1998). Os organismos são cultivados em caixas plásticas com volume de 9 L, nas quais é adicionada uma mistura de duas partes de esterco seco (equino) peneirado (2 mm), uma parte de pó de fibra de coco (Amafibra® - Golden Mix, tipo 80) e, 10% do peso dos dois primeiros de areia fina (granulometria 90/100). O pH foi corrigido para faixa entre 5,5-6,0 com adição de CaCO_3 .

As minhocas usadas nos ensaios obedecem a alguns critérios, como estarem aptas a reprodução (presença de clitelo), estrutura similar a um anel de coloração mais clara a qual possibilita a geração de casulos, ter peso corporal entre 250 e 600 mg e idade entre dois meses e um ano de acordo com as diretrizes da ISO 11268-2 (1998).

O ensaio de efeito na reprodução de *E. andrei* seguiu as recomendações da ISO 11268-2 (1998). Para tanto, em um recipiente plástico redondo, com volume de 1 L, foram acondicionados 500 g de SAT com umidade corrigida para 60% da capacidade máxima de retenção (CRA) utilizando as águas destilada e mineral com os tratamentos de eletroenergização positivos e negativos, além das amostras sem tratamento, formando assim uma camada de 5 a 7 cm de solo no recipiente. Em cada uma das unidades experimentais foram colocados 10 indivíduos clitelados, com peso corporal entre 250 e 600 mg.

Os organismos adultos permaneceram por 28 dias nos recipientes, quando foram retirados. O solo foi novamente acondicionado nos recipientes plásticos permanecendo por mais 28 dias, ou seja, 56 dias após o início do teste.

Para manutenção do teste, foi fornecido quinzenalmente esterco equino (seco, peneirado e desfaunado) na quantidade de 5 g de matéria seca por recipiente e corrigida a umidade por diferença de peso dos recipientes entre as semanas utilizando as amostras de águas eletroenergizadas de acordo com cada tratamento. O ensaio foi conduzido em ambiente climatizado e fotoperíodo controlado, onde manteve-se a temperatura em $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2$ e o fotoperíodo de 12:12 horas (luz: escuro).

Após os 56 dias foi realizada a contagem dos juvenis nascidos em cada unidade experimental. Para a realização desta contagem os recipientes foram colocados em banho-maria a uma temperatura de $60\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2$ por uma hora. Com o aumento da temperatura os juvenis de *E. andrei* sobem até a superfície do solo onde então foram capturados e contados.

3.3.4 Teste de germinação de plantas

Os ensaios de germinação de plantas foram baseados no protocolo OECD 208 (2006), aonde foram utilizadas as espécies *A. sativa* L. (aveia branca), *L. sativa* L. (alface crespa), *L. corniculatus* (cornichão) e *T. repens* (trevo branco) com seis repetições cada.

Cada réplica foi constituída de uma placa de petri (18,5 cm de diâmetro, 2 cm altura) preenchida com 130 g solo artificial tropical (SAT), pré-umedecido com água destilada e mineral com e sem tratamento de eletroenergização, com 21 sementes por réplica. Após sete dias, o número de sementes germinadas foi contado.

3.3.5 Teste de crescimento de plantas

Os ensaios de crescimento de plantas foram baseados no protocolo OECD 208 (2006), aonde foram utilizadas as espécies *A. sativa* (aveia branca), *L. sativa* (alface crespa), *L. corniculatus* (cornichão) e *T. repens* (trevo branco) com seis repetições cada.

Os recipientes utilizados nos ensaios com plantas consistem em três copos plásticos de polipropileno com capacidade para 500 mL um sobre o outro. O copo superior foi preenchido com 400 g de Solo Artificial Tropical (SAT) com umidade inicial corrigida para 65% da capacidade de retenção de água (CRA) e pintado externamente na cor preta para evitar a influência da luz sobre as raízes das plantas. Na base deste mesmo copo foram feitos dois furos, em um foi colocado um canudo pelo qual foi inserida a água que ficou armazenada no copo intermediário, já no outro furo foi inserida uma corda de algodão por onde, através da capilaridade, a água que estava presente no copo intermediário era transportada para o copo superior que continha o solo e as plantas. O copo inferior (base) teve a função de criar isolamento elétrico e evitar as perdas de cargas elétricas presentes nas amostras de águas tratadas pelo processo de eletroenergização para a superfície em contato com a base. O dispositivo utilizado pode ser visualizado na Figura 3.

Figura 3 – Dispositivo utilizado para os testes de crescimento com plantas.



Fonte: produção do próprio autor, 2019

Nos ensaios com *A. sativa* e *L. sativa* L. foram utilizadas duas sementes por amostra, já para *L. corniculatus* e *T. repens* foram utilizadas quatro sementes. A quantidade de sementes utilizadas foi definida pelo tamanho das plantas. As sementes foram inseridas no solo a uma profundidade entre 1 e 1,5 cm.

Os ensaios foram realizados em ambiente climatizado e fotoperíodo controlado, onde manteve-se a temperatura em $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2$ e o fotoperíodo de 16:8 horas (luz: escuro). A quantidade de água disponível no reservatório foi monitorada constantemente e acrescentada sempre que atingia a quantidade mínima de 10 mL.

Após os 30 dias de testes foram registradas a quantidade total de água consumida, tamanho da parte aérea e tamanho da raiz. Após isso as plantas foram colocadas em estufa a $65\text{ }^{\circ}\text{C}$ pelo período de 72 horas até peso constante para posterior obtenção da massa seca total. No 15º dia de teste foi realizada a poda de todas as plantas de *A. sativa* deixando todas com a altura de 7 cm, e foi contabilizada a massa produzida nesse corte ao peso final.

3.3.6 Testes com camundongos *Mus musculus* “Swiss”

Para a realização dos ensaios utilizando camundongos obteve-se previamente aprovação da Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade do Estado de Santa Catarina (CEUA/ UDESC) sob protocolo nº 4959130319 de 16 de setembro de 2019 (apêndice A) e emenda de 11 de outubro de 2019 (apêndices B e C).

Os animais utilizados foram adquiridos no Centro de Bioterismo (CBI) pertencente a Universidade Comunitária da Região de Chapecó (UNOCHAPECÓ).

Foram utilizados 54 camundongos da espécie *Mus musculus*, linhagem Swiss, fêmeas, com idade entre 50 e 60 dias com peso médio aproximado de 27 g. Os animais foram alocados em gaiolas em número de 9. Esses animais foram distribuídos em três grupos contendo 18 animais cada, onde o “Grupo controle” recebeu água mineral sem tratamento, “Grupo tratamento 1” recebeu água mineral com eletroenergização negativa e o “Grupo tratamento 2” que recebeu água mineral com eletroenergização positiva. Os animais foram alimentados com ração comercial *ad libitum*.

Para os ensaios com camundongos foi utilizada apenas a água mineral natural sem tratamento e as amostras tratadas pelo processo de eletroenergização com DDP positiva e negativa. Desta forma, não sendo utilizadas as amostras de água destilada pelo fato de que a falta de sais nesta água poderem incorrer na desmineralização e perdas de íons nos animais.

A água foi alocada em bebedouros específicos para roedores e oferecida diariamente. No bico do bebedouro foi inserida isolação elétrica com a intenção de evitar perdas de cargas elétricas. Foi medido o consumo de água por tratamento. Os animais receberam a mesma ração, assim como mesma quantidade. Os animais foram pesados no início, ao 10º, 20º e 30º dia do experimento.

Ao final dos ensaios os animais foram submetidos a anestesia inalatória (halotano) para coleta de sangue pela via intracardíaca, e posteriormente, submetidos a eutanásia por método de deslocamento cervical. O sangue foi coletado aos 10, 20 e 30 dias após o início do experimento, sendo realizada a coleta de seis animais por grupo em cada momento. O sangue foi alocado em tubos contendo EDTA (10%).

Nesse material primeiramente foi realizado o hemograma, sendo analisado as variáveis número total de eritrócitos e leucócitos e concentração de hemoglobina em aparelho semi-automático. O hematócrito foi realizado pela técnica de micro-hematócrito, usando capilares e centrifuga específica. Um esfregaço sanguíneo corado com kit Panótico Rápido para realizar a contagem diferencial de leucocitário. Em seguida, o restante do sangue foi centrifugado a 3500 rpm por 10 min, o plasma coletado e armazenado sob congelamento (-20 °C) até a realização das análises bioquímicas. No plasma foi mensurado os níveis de triglicerídeos, colesterol, glicose, proteína total, albumina e ureia usando kits comercial específicos, e leitura feita em equipamento semi-automático (Bioplus 2000). Os níveis de globulinas foram obtidos por cálculo matemático, isto é, proteína total - albumina.

3.3.7 Análise dos dados

Nos testes de reprodução da fauna edáfica, de germinação e crescimento de plantas (tamanho da parte aérea, tamanho da raiz, massa seca e consumo de água) e nos ensaios com camundongos os dados obtidos foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk W ($p > 0,05$) e homogeneidade de Bartlett ($p > 0,05$). Posteriormente, foi realizada análise de variância (ANOVA *One-way*) e todas as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Para estas análises foi utilizado *software* Statistica v7.0 (STATSOFT, 2004).

4 RESULTADOS

4.1 VALIDAÇÃO DOS TESTES

A validação dos ensaios com *E. crypticus* foi confirmada levando como critério a sobrevivência de juvenis, uma vez que o número de juvenis por réplica do controle (água destilada sem tratamento) foi maior que 25 e o CV foi menor que 50 %.

A validação dos testes utilizando colêmbolos da espécie *F. candida* também foram atendidas seguindo o critério da normativa ISO 11267 (ISO, 1999). Onde, a mortalidade dos adultos foi inferior a 20%, o número de juvenis superior a 100 indivíduos para cada repetição e o coeficiente de variação inferior a 30%.

Os testes com *E. andrei* foram validados conforme os critérios exigidos pela ISO 11268 - 2 (ISO, 1998). Onde no controle, a mortalidade dos adultos foi inferior a 10%, o número de indivíduos juvenis superior a 30 em cada repetição e o coeficiente de variação não excedeu a 30%.

Na Tabela 4 encontram-se o número médio de juvenis nos controles e seu respectivo coeficiente de variação ao fim dos testes crônicos de ecotoxicidade terrestre realizados.

Tabela 4 – Número médio de juvenis (\pm desvio padrão) e coeficiente de variação (CV%) nos controles encontrados ao fim dos testes de reprodução realizados com três espécies de organismos edáficos usando o Solo Artificial Tropical (SAT) para a eletroenergização de água destilada e mineral.

Organismos	Nº juvenis	CV (%)
<i>E. crypticus</i>	507 \pm 111	22
<i>F. candida</i>	174 \pm 24	14
<i>E. andrei</i>	34 \pm 2	7

Fonte: produção do próprio autor, 2019.

A validação dos testes de germinação e de crescimento de plantas (*A. sativa*, *L. sativa*, *L. corniculatus* e *T. repens*) seguiu os critérios definido na OECD 208 (OECD, 2006), onde, no controle, a emergência das sementes foi maior do que 70%. As sementes não apresentaram efeitos fitotóxicos visíveis e a média de sobrevivência das sementes emergentes foi maior do que 90% (Tabela 5).

Tabela 5 – Germinação (%) e sobrevivência (%) nos controles encontrados ao fim dos testes de germinação e de crescimento de plantas usando o Solo Artificial Tropical (SAT).

Espécies	Germinação		Crescimento	
	Emergência (%)	Sobrevivência (%)	Emergência (%)	Sobrevivência (%)
<i>A. sativa</i>	70,48	100	91,67	100
<i>L. sativa</i>	77,14	100	92,86	92,31
<i>L. corniculatus</i>	71,43	100	75,00	100
<i>T. repens</i>	86,67	100	87,50	95,23

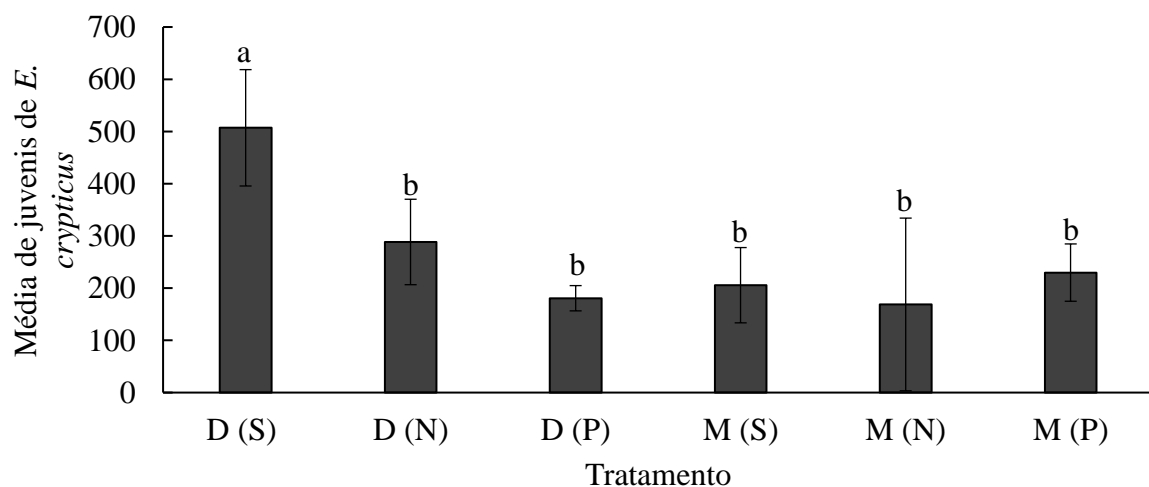
Fonte: produção do próprio autor, 2019.

4.2 TESTES DE REPRODUÇÃO COM ORGANISMOS DO SOLO

4.2.1 Testes de reprodução de enquitreídeos (*Enchytraeus crypticus*)

A reprodução dos enquitreídeos foi afetada ($p \leq 0,05$) nos tratamentos que utilizaram águas tratadas pelo processo de eletroenergização negativa e positiva em água destilada em relação à água destilada sem tratamento. Entretanto, não ocorreram diferenças entre os tratamentos de eletroenergização positivos e negativos. Não foram observadas alterações na reprodução dos enquitreídeos nos tratamentos utilizando água mineral (Figura 4).

Figura 4 – Média de indivíduos juvenis dos enquitreídeos em Solo Artificial Tropical (SAT) com água destilada (D) e mineral (M) tratadas pelo processo de eletroenergização negativa (N) e positiva (P) e sem tratamento (S). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. (τ) Desvio padrão.

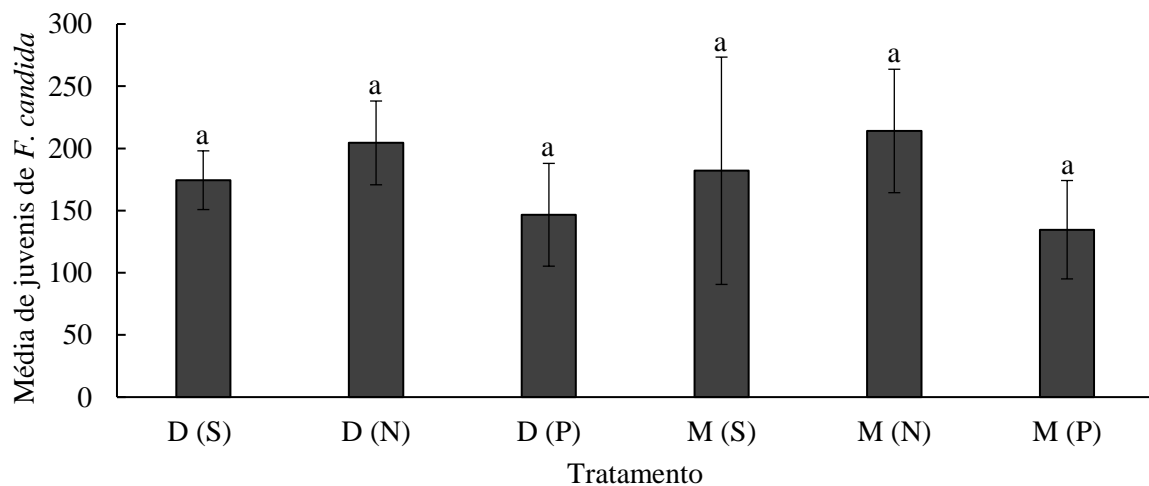


Fonte: produção do próprio autor, 2019.

4.2.2 Teste de reprodução de colêmbolos (*Folsomia candida*)

A reprodução dos colêmbos da espécie *F. candida* não foi afetada ($p \leq 0,05$) pela utilização de águas destilada e mineral tratadas pelo processo de eletroenergização positivo ou negativo em solo artificial tropical (SAT) (Figura 5).

Figura 5 – Média de indivíduos juvenis de colêmbolos em Solo Artificial Tropical (SAT) com água destilada (D) e mineral (M) tratadas pelo processo de eletroenergização negativa (N) e positiva (P) e sem tratamento (S). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. (Υ) Desvio padrão.

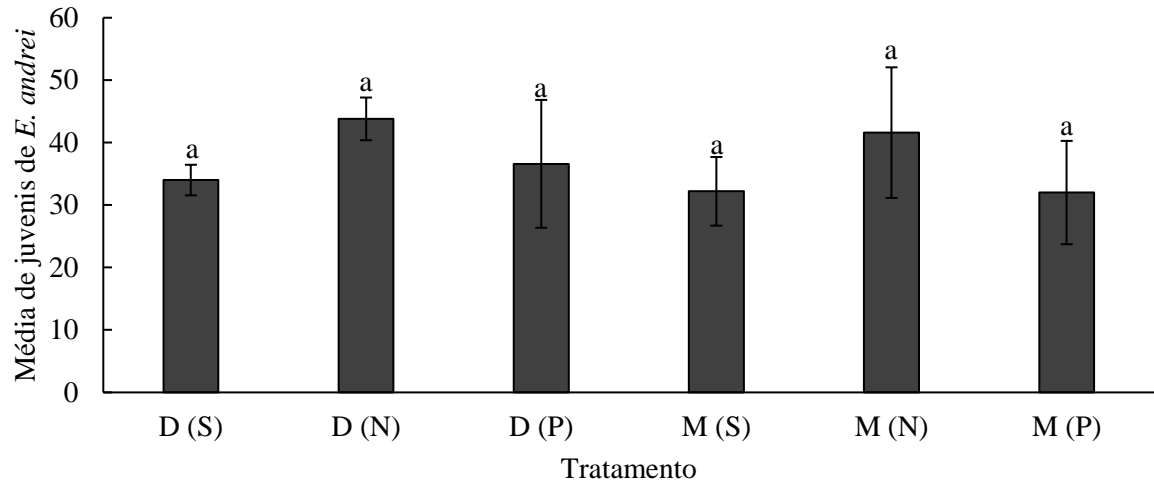


Fonte: produção do próprio autor, 2019.

4.2.3 Teste de reprodução de minhocas (*Eisenia andrei*)

A reprodução das minhocas da espécie *E. andrei* não foi afetada ($p \leq 0,05$) pela utilização de águas destilada e mineral tratadas pelo processo de eletroenergização positivo ou negativo em SAT (Figura 6).

Figura 6 – Média de indivíduos de minhocas em Solo Artificial Tropical (SAT) com água destilada (D) e mineral (M) tratadas pelo processo de eletroenergização negativa (N) e positiva (P) e sem tratamento (S). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. (┐) Desvio padrão.



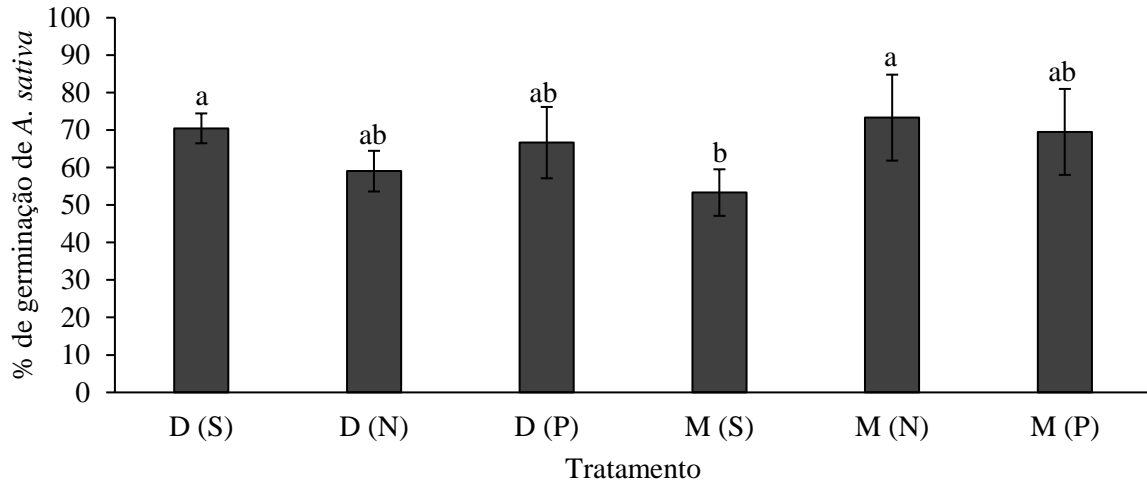
Fonte: produção do próprio autor, 2019.

4.3 TESTES COM PLANTAS

4.3.1 Testes de germinação com aveia branca (*Avena sativa* L.)

A germinação da aveia branca após 7 dias não foi afetada ($p \leq 0,05$) pela utilização de água destilada tratada pelo processo de eletroenergização positivo ou negativo em comparação com a amostra de água destilada sem tratamento. Porém, a germinação foi afetada ($p \leq 0,05$) quando foi utilizada a água mineral tratada pelo processo de eletroenergização negativo em comparação com a água mineral sem tratamento (Figura 7).

Figura 7 – Germinação (%) de *Avena sativa* L. aos 7 dias em Solo Artificial Tropical (SAT) com água destilada (D) e mineral (M) tratadas pelo processo de eletroenergização negativa (N) e positiva (P) e sem tratamento (S). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. (⊥) Desvio padrão (n = 5).

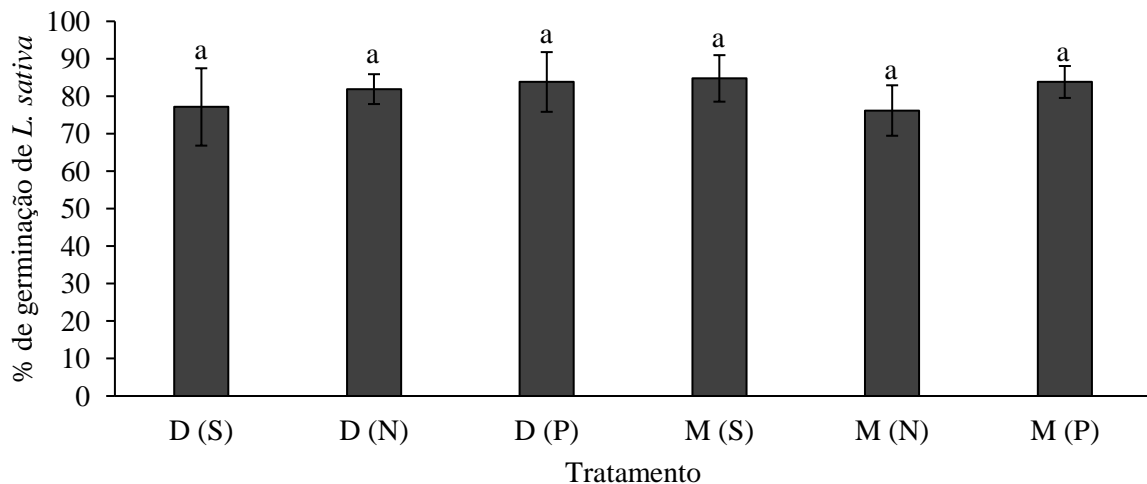


Fonte: produção do próprio autor, 2019.

4.3.2 Testes de germinação com alface (*Lactuca sativa* L.)

A germinação de alface após 7 dias não foi afetada ($p \leq 0,05$) pela utilização de água destilada ou mineral tratadas pelo processo de eletroenergização positivo ou negativo em comparação com a amostra de água destilada ou mineral sem tratamento ou entre os tratamentos de eletroenergização positivo ou negativo (Figura 8).

Figura 8 – Germinação (%) de *Lactuca sativa* L. aos 7 dias em Solo Artificial Tropical (SAT) com água destilada (D) e mineral (M) tratadas pelo processo de eletroenergização negativa (N) e positiva (P) e sem tratamento (S). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. (⊥) Desvio padrão (n = 5).

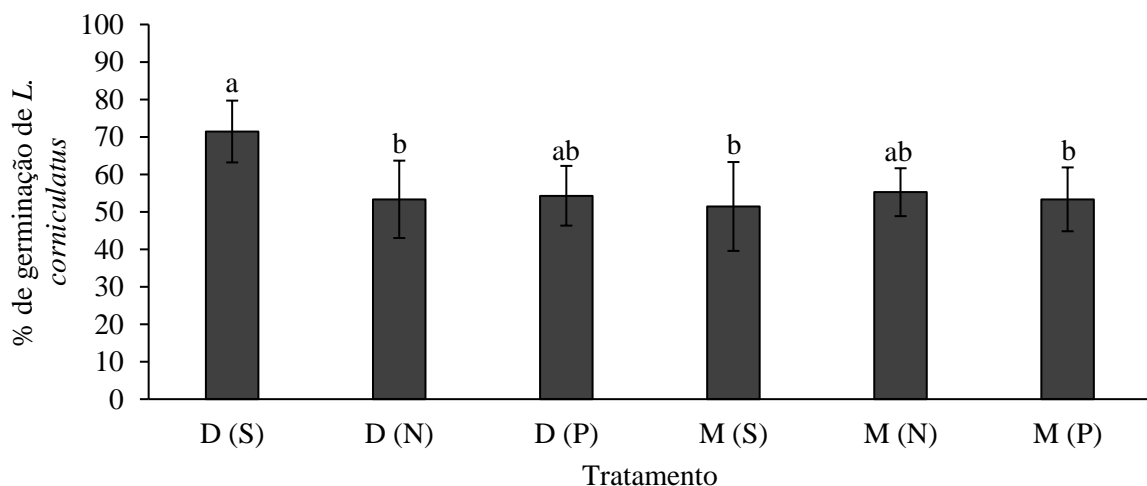


Fonte: produção do próprio autor, 2019.

4.3.3 Testes de germinação com cornichão (*Lotus corniculatus* L.)

A germinação de cornichão após 7 dias foi afetada ($p \leq 0,05$) pela utilização de água destilada tratada pelo processo de eletroenergização negativo em comparação com a amostra de água destilada sem tratamento, ocorrendo a redução do percentual de sementes germinadas. Entretanto, nas amostras onde foi utilizada água destilada com tratamento de eletroenergização positiva não houve diferenças significativas ($p \leq 0,05$). A germinação não foi afetada ($p \leq 0,05$) quando foi utilizada a água mineral tratada pelo processo de eletroenergização negativo ou positivo em comparação com a água mineral sem tratamento (Figura 9).

Figura 9 – Germinação (%) de *Lotus corniculatus* L. aos 7 dias em Solo Artificial Tropical (SAT) com água destilada (D) e mineral (M) tratadas pelo processo de eletroenergização negativa (N) e positiva (P) e sem tratamento (S). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. (⊥) Desvio padrão (n = 5).

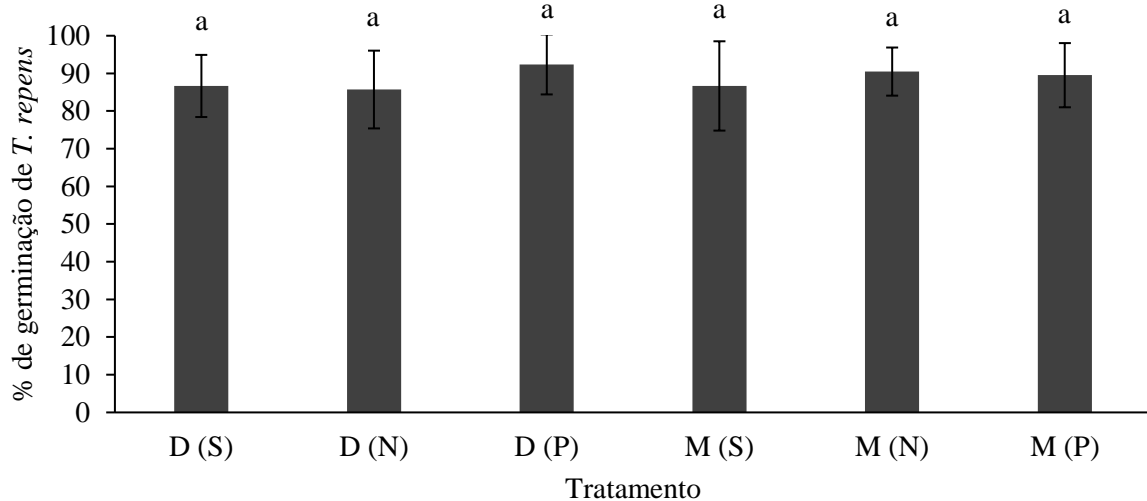


Fonte: produção do próprio autor, 2019.

4.3.4 Testes de germinação com trevo branco (*Trifolium repens* L.)

A germinação de trevo branco após 7 dias não foi afetada ($p \leq 0,05$) pela utilização de água destilada ou mineral tratadas pelo processo de eletroenergização positivo ou negativo em comparação com a amostra de água destilada ou mineral sem tratamento ou entre os tratamentos de eletroenergização positivo ou negativo (Figura 10).

Figura 10 – Germinação (%) de *Trifolium repens* L. aos 7 dias em Solo Artificial Tropical (SAT) com água destilada (D) e mineral (M) tratadas pelo processo de eletroenergização negativa (N) e positiva (P) e sem tratamento (S). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. (⊥) Desvio padrão (n = 5).



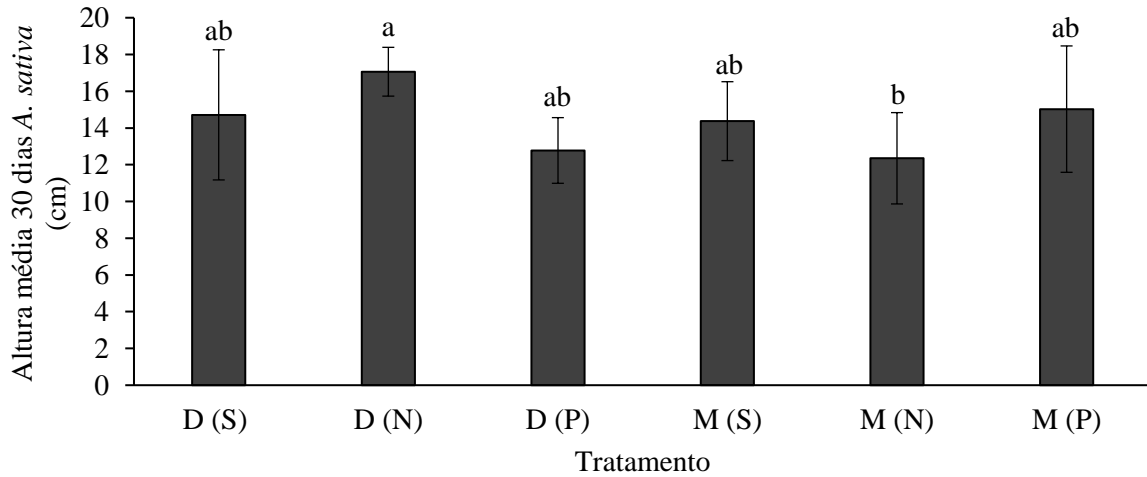
Fonte: produção do próprio autor, 2019.

4.3.5 Testes de crescimento com aveia branca (*Avena sativa* L.)

4.3.5.1 Altura média da parte aérea após 30 dias

A altura média da parte aérea da aveia branca após 30 dias não foi afetada ($p \leq 0,05$) pela utilização de água destilada e mineral tratadas pelo processo de eletroenergização positivo ou negativo em comparação com as amostras sem tratamento do mesmo tipo de água. Porém ocorreram diferenças ($p \leq 0,05$) entre os tratamentos de eletroenergização negativo em água destilada e mineral, onde as amostras com o tratamento de eletroenergização negativo em água destilada apresentaram maior crescimento em comparação às amostras com tratamento de eletroenergização negativo em água mineral (Figura 11).

Figura 11 – Altura média da parte aérea de *Avena sativa* L. (cm) aos 30 dias em Solo Artificial Tropical (SAT) com água destilada (D) e mineral (M) tratadas pelo processo de eletroenergização negativa (N) e positiva (P) e sem tratamento (S). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. (⊥) Desvio padrão.

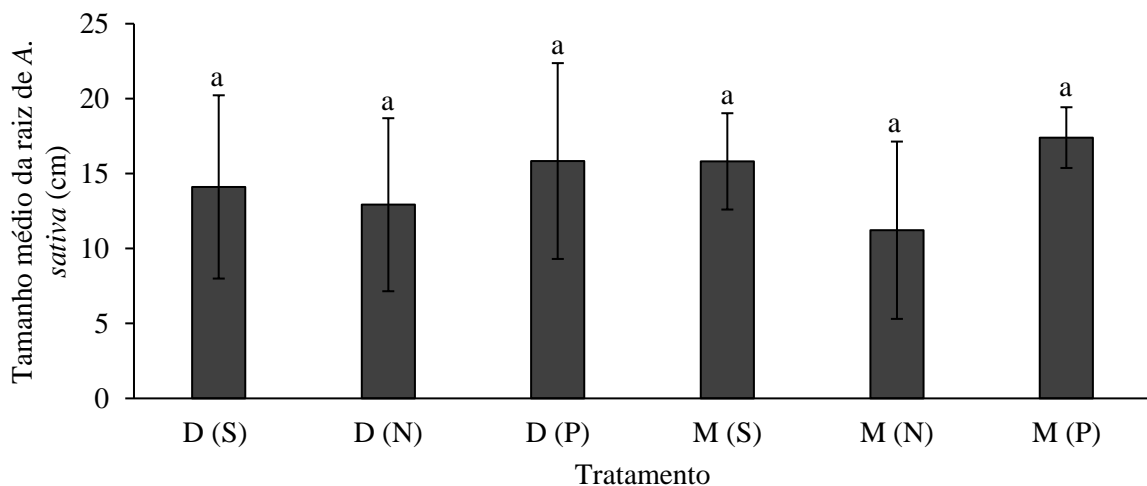


Fonte: produção do próprio autor, 2019.

4.3.5.2 Tamanho médio da raiz após 30 dias

O tamanho médio das raízes da aveia branca após 30 dias não foi afetado ($p \leq 0,05$) pela utilização de águas destilada e mineral tratadas pelo processo de eletroenergização positivo ou negativo em solo artificial tropical (SAT) (Figura 12).

Figura 12 – Tamanho médio da raiz de *Avena sativa* L. (cm) aos 30 dias em Solo Artificial Tropical (SAT) com água destilada (D) e mineral (M) tratadas pelo processo de eletroenergização negativa (N) e positiva (P) e sem tratamento (S). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. (⊥) Desvio padrão.

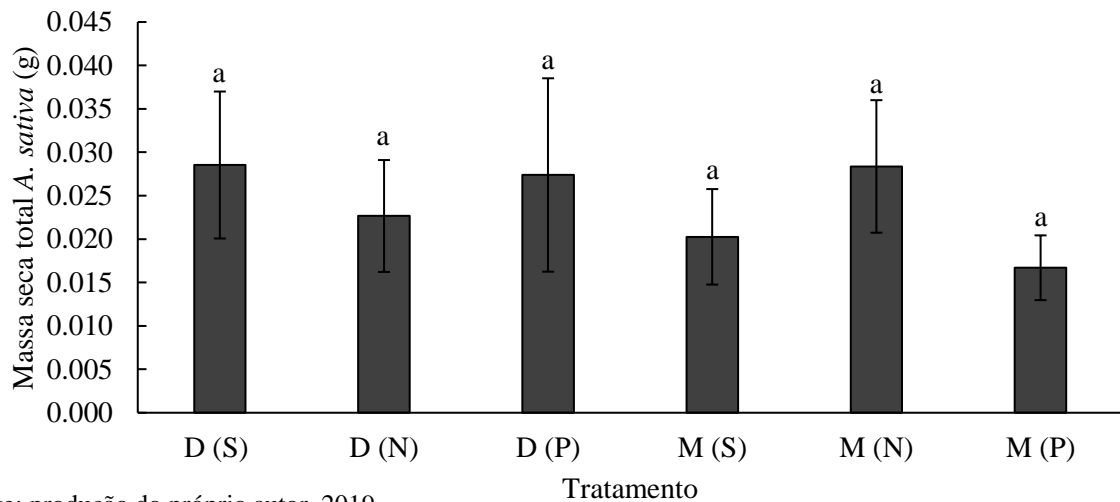


Fonte: produção do próprio autor, 2019.

4.3.5.3 Peso da massa seca após 30 dias (total)

O peso médio da massa seca da aveia branca após 30 dias (final) não foi afetado ($p \leq 0,05$) pela utilização de águas destilada e mineral tratadas pelo processo de eletroenergização positivo ou negativo em solo artificial tropical (SAT) (Figura 13).

Figura 13 – Peso médio da massa seca de *Avena sativa* L. (g) aos 30 dias em Solo Artificial Tropical (SAT) com água destilada (D) e mineral (M) tratadas pelo processo de eletroenergização negativa (N) e positiva (P) e sem tratamento (S). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. (⊥) Desvio padrão.

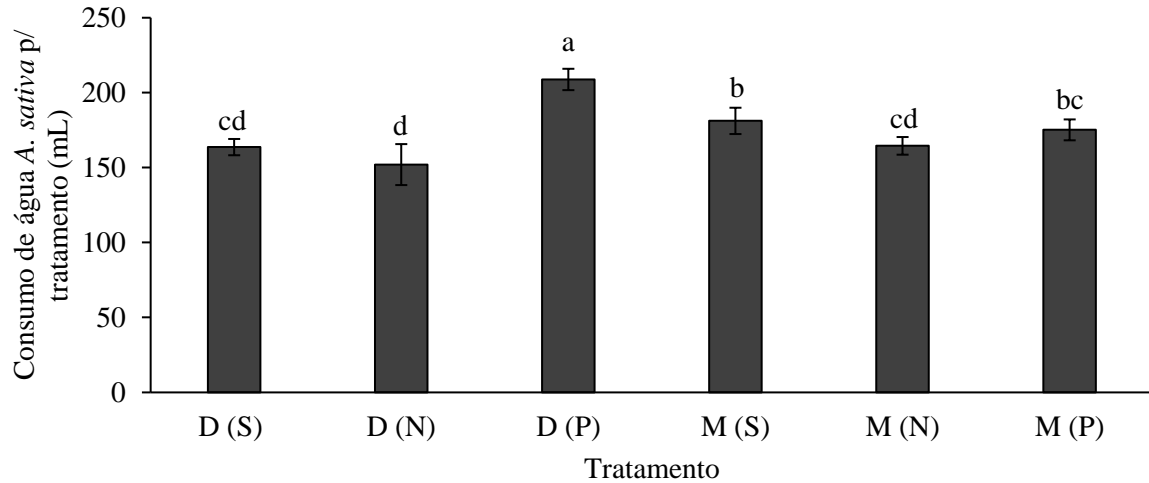


Fonte: produção do próprio autor, 2019.

4.3.5.4 Consumo de água após 30 dias

O consumo de água da aveia branca após 30 dias foi afetado ($p \leq 0,05$) pela utilização de águas destilada e mineral tratadas pelo processo de eletroenergização positivo e negativo em solo artificial tropical (SAT). Em água destilada as amostras tratadas pelo processo de eletroenergização positivo apresentaram maior consumo de água. Já em água mineral, as amostras tratadas pelo processo de eletroenergização negativo apresentaram menor consumo de água quando comparada com a água mineral sem tratamento (Figura 14).

Figura 14 – Consumo de água de *Avena sativa* L. (mL) aos 30 dias em Solo Artificial Tropical (SAT) com água destilada (D) e mineral (M) tratadas pelo processo de eletroenergização negativa (N) e positiva (P) e sem tratamento (S). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. (⊥) Desvio padrão.



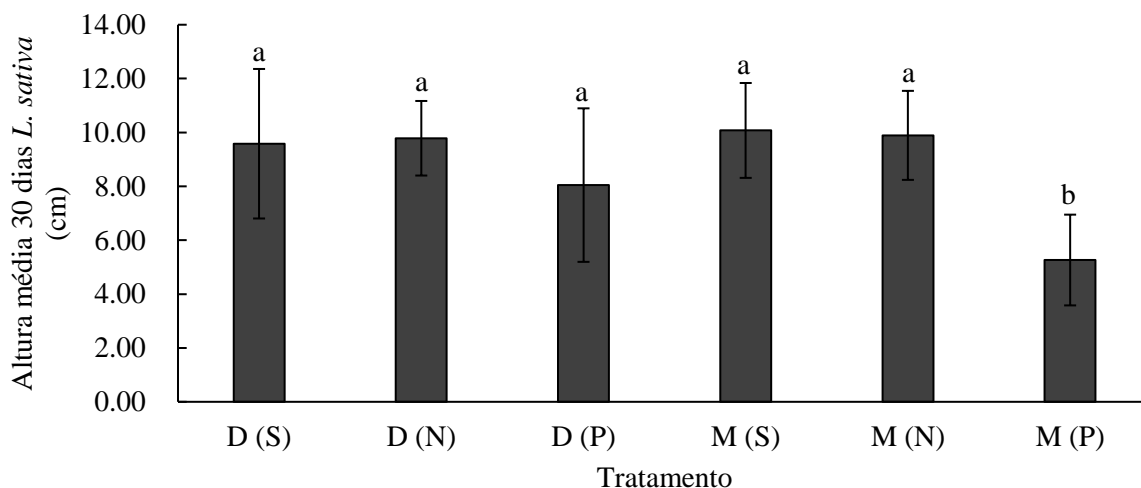
Fonte: produção do próprio autor, 2019.

4.3.6 Testes de crescimento com alface (*Lactuca sativa* L.)

4.3.6.1 Altura média da parte aérea após 30 dias

A altura média da parte aérea da alface após 30 dias não foi afetada ($p \leq 0,05$) pela utilização de águas destilada tratada pelo processo de eletroenergização positivo ou negativo em comparação com as amostras sem tratamento. Porém, o tratamento que utilizou água mineral com eletroenergização positiva teve menor ($p \leq 0,05$) crescimento quando comparado com os outros tratamentos (Figura 15).

Figura 15 – Altura média de *Lactuca sativa* L. (cm) aos 30 dias em Solo Artificial Tropical (SAT) com água destilada (D) e mineral (M) tratadas pelo processo de eletroenergização negativa (N) e positiva (P) e sem tratamento (S). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. (⊥) Desvio padrão.

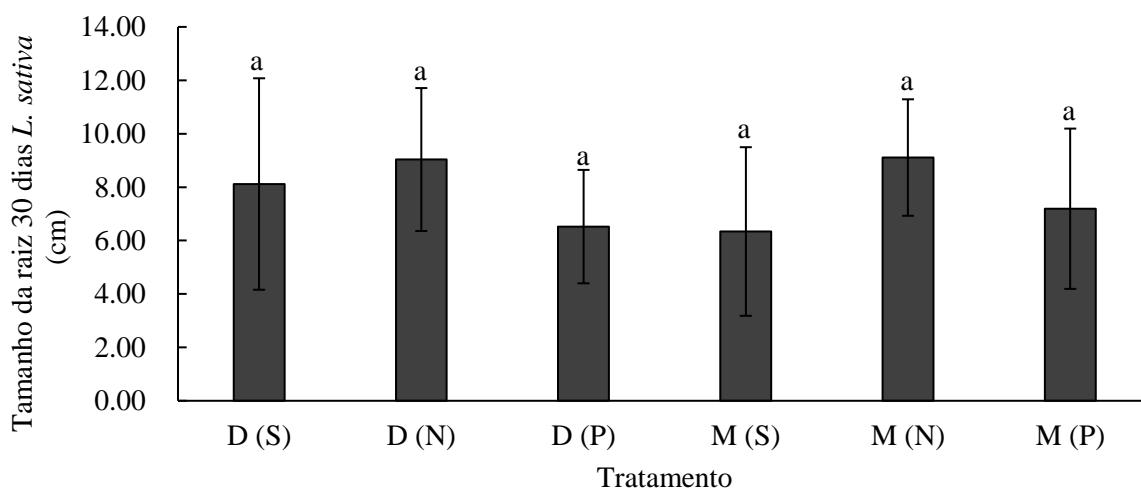


Fonte: produção do próprio autor, 2019.

4.3.6.2 Tamanho médio da raiz após 30 dias

O tamanho médio das raízes da alface após 30 dias não foi afetado ($p \leq 0,05$) pela utilização de águas destilada e mineral tratadas pelo processo de eletroenergização positivo ou negativo em solo artificial tropical (SAT) (Figura 16).

Figura 16 – Tamanho médio da raiz de *Lactuca sativa* L. (cm) aos 30 dias em Solo Artificial Tropical (SAT) com água destilada (D) e mineral (M) tratadas pelo processo de eletroenergização negativa (N) e positiva (P) e sem tratamento (S). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. (⊥) Desvio padrão.

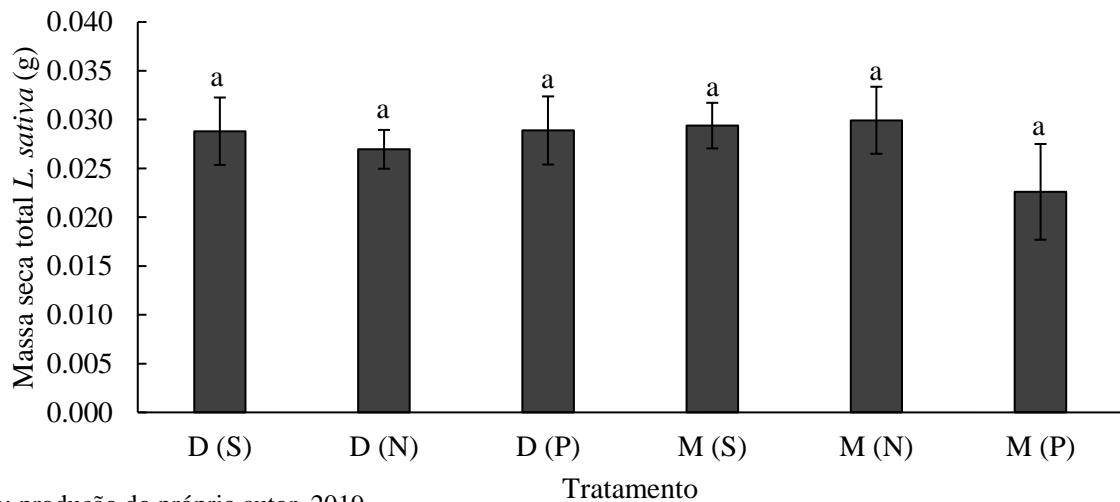


Fonte: produção do próprio autor, 2019.

4.3.6.3 Peso da massa seca após 30 dias

O peso médio da massa seca da alface após 30 dias não foi afetado ($p \leq 0,05$) pela utilização de águas destilada e mineral tratadas pelo processo de eletroenergização positivo ou negativo em solo artificial tropical (SAT) (Figura 17).

Figura 17 – Peso médio da massa seca de *Lactuca sativa* L. (g) aos 30 dias em Solo Artificial Tropical (SAT) com água destilada (D) e mineral (M) tratadas pelo processo de eletroenergização negativa (N) e positiva (P) e sem tratamento (S). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. (⊥) Desvio padrão.

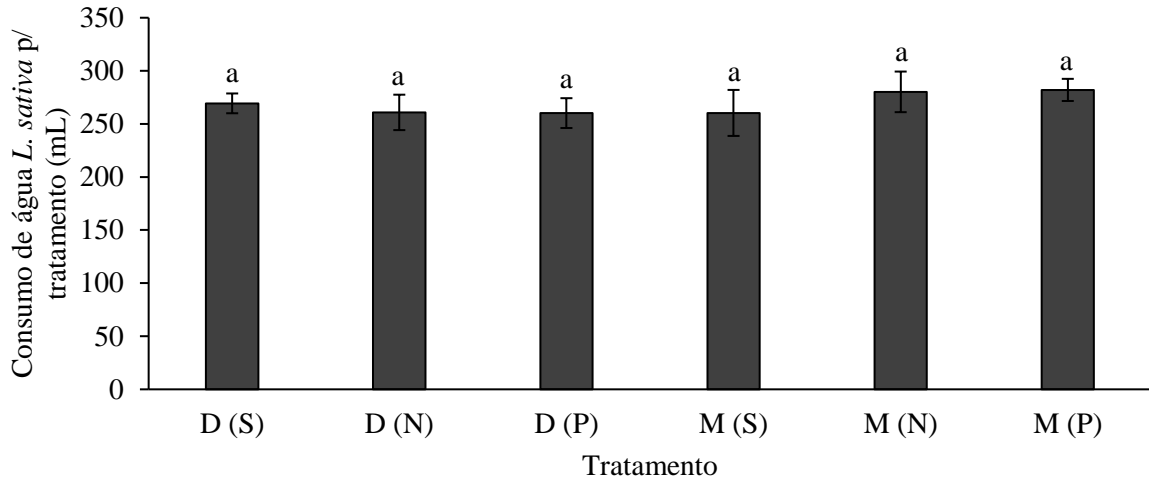


Fonte: produção do próprio autor, 2019.

4.3.6.4 Consumo de água após 30 dias

O consumo de água da alface após 30 dias não foi afetado ($p \leq 0,05$) pela utilização de águas destilada e mineral tratadas pelo processo de eletroenergização positivo ou negativo em solo artificial tropical (SAT) (Figura 18).

Figura 18 – Consumo de água de *Lactuca sativa* L. (mL) aos 30 dias em Solo Artificial Tropical (SAT) com água destilada (D) e mineral (M) tratadas pelo processo de eletroenergização negativa (N) e positiva (P) e sem tratamento (S). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. (⊥) Desvio padrão.



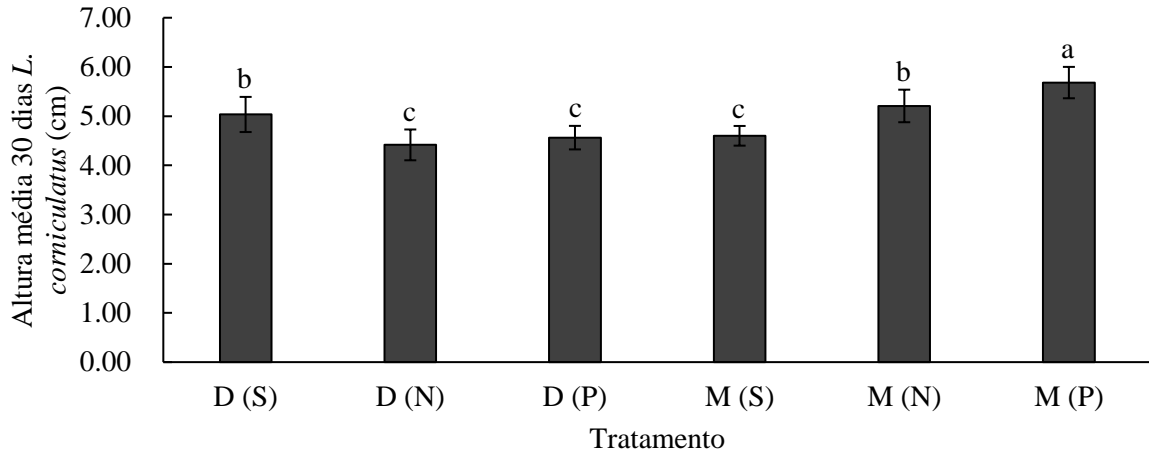
Fonte: produção do próprio autor, 2019.

4.3.7 Testes de crescimento com cornichão (*Lotus corniculatus* L.)

4.3.7.1 Altura média da parte aérea após 30 dias

A altura média da parte aérea do cornichão após 30 dias foi afetada ($p \leq 0,05$) pela utilização de águas destilada e mineral tratadas pelo processo de eletroenergização positivo ou negativo em comparação às amostras sem tratamento. Nas amostras que utilizaram água destilada com tratamento de eletroenergização positivo ou negativo o crescimento foi menor quando comparadas as amostras sem tratamento. Já nas amostras que utilizaram água mineral tratadas através da eletroenergização o crescimento foi maior quando comparado as amostras sem tratamento, sendo que o tratamento positivo teve maior crescimento quando comparado ao tratamento negativo (Figura 19).

Figura 19 – Altura média de *Lotus corniculatus* L. (cm) aos 30 dias em Solo Artificial Tropical (SAT) com água destilada (D) e mineral (M) tratadas pelo processo de eletroenergização negativa (N) e positiva (P) e sem tratamento (S). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. (⊥) Desvio padrão.

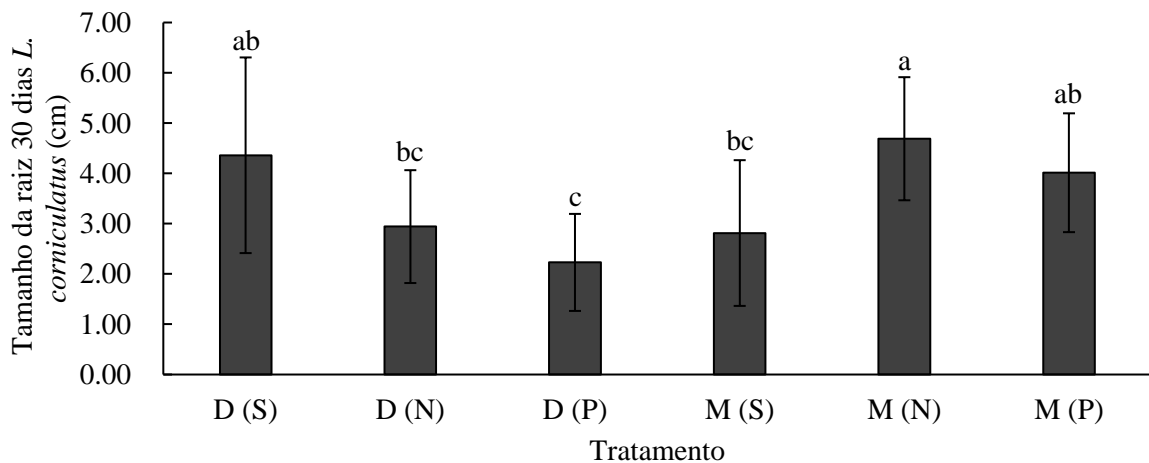


Fonte: produção do próprio autor, 2019.

4.3.7.2 Tamanho médio da raiz após 30 dias

O tamanho médio das raízes do cornichão após 30 dias foi afetado ($p \leq 0,05$) pela utilização de águas destilada e mineral tratadas pelo processo de eletroenergização positivo em água destilada, e negativo em água mineral quando comparadas as amostras sem tratamento. (Figura 20).

Figura 20 – Tamanho médio da raiz de *Lotus corniculatus* L. (cm) aos 30 dias em Solo Artificial Tropical (SAT) com água destilada (D) e mineral (M) tratadas pelo processo de eletroenergização negativa (N) e positiva (P) e sem tratamento (S). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. (⊥) Desvio padrão.

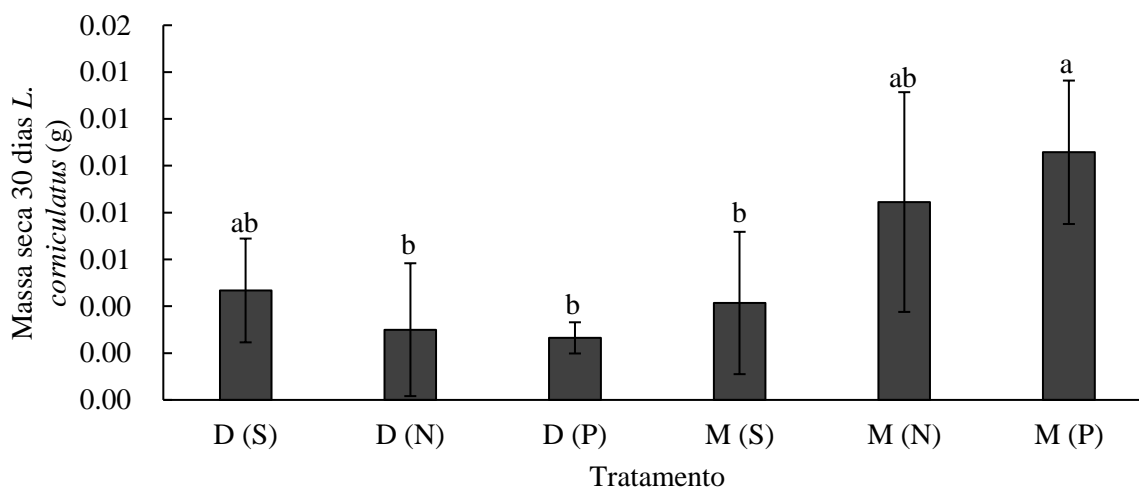


Fonte: produção do próprio autor, 2019.

4.3.7.3 Peso da massa seca após 30 dias

O peso médio da massa seca de cornichão após 30 dias não foi afetado ($p \leq 0,05$) pela utilização de água destilada tratada pelo processo de eletroenergização quando comparada a amostras sem tratamento. Já a utilização de água mineral tratada pelo processo de eletroenergização positivo aumentou ($p \leq 0,05$) a massa seca das plantas em solo artificial tropical (SAT) (Figura 21).

Figura 21 – Peso médio da massa seca de *Lotus corniculatus* L. (g) aos 30 dias em Solo Artificial Tropical (SAT) com água destilada (D) e mineral (M) tratadas pelo processo de eletroenergização negativa (N) e positiva (P) e sem tratamento (S). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. (T) Desvio padrão.

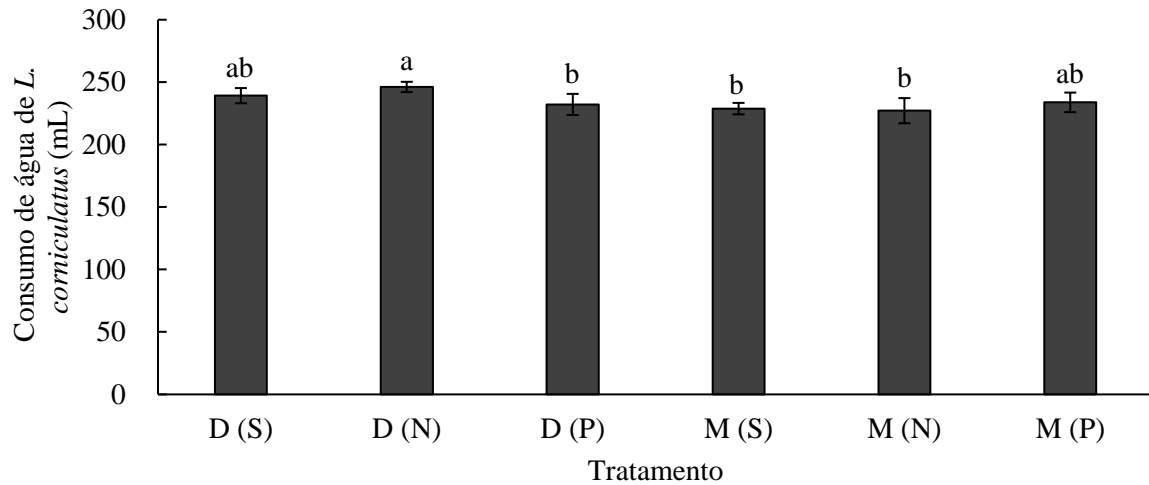


Fonte: produção do próprio autor, 2019.

4.3.7.4 Consumo de água após 30 dias

O consumo de água do cornichão após 30 dias não foi afetado ($p \leq 0,05$) pela utilização de água destilada tratada pelo processo de eletroenergização positivo ou negativo em solo artificial tropical (SAT) comparando com a amostra sem tratamento. Entretanto teve diferença no consumo de água entre os tratamentos positivo e negativo em água destilada, onde no tratamento positivo teve um menor consumo. Em água mineral não ocorreram diferenças ($p \leq 0,05$) (Figura 22).

Figura 22 – Consumo de água de *Lotus corniculatus* L. (mL) aos 30 dias em Solo Artificial Tropical (SAT) com água destilada (D) e mineral (M) tratadas pelo processo de eletroenergização negativa (N) e positiva (P) e sem tratamento (S). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. (⊥) Desvio padrão.



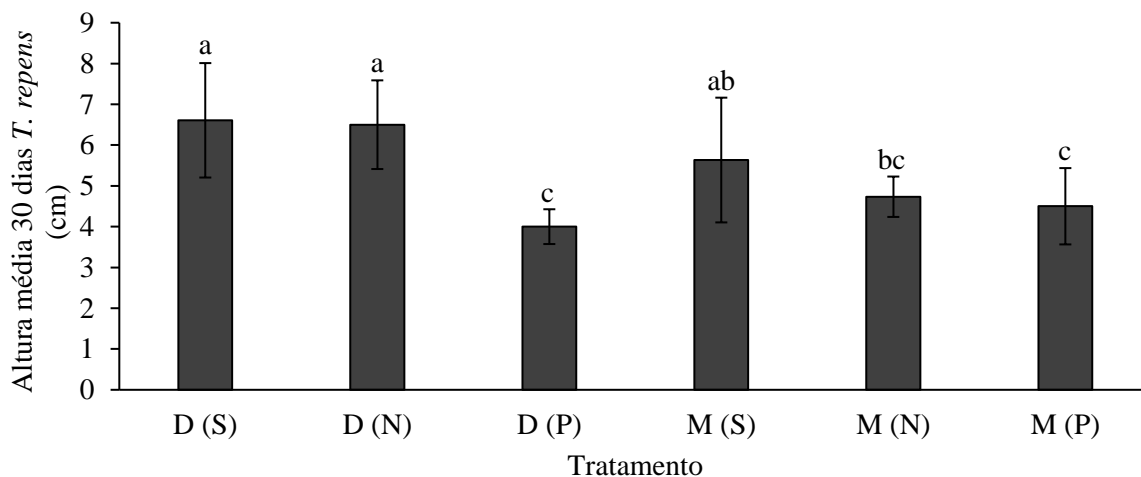
Fonte: produção do próprio autor, 2019.

4.3.8 Testes de crescimento com trevo branco (*Trifolium repens* L.)

4.3.8.1 Altura média da parte aérea após 30 dias

A altura média da parte aérea do trevo branco após 30 dias foi afetada ($p \leq 0,05$) pela utilização de águas destilada e mineral tratadas pelo processo de eletroenergização positivo ou negativo em comparação às amostras sem tratamento. Nas amostras que utilizaram água destilada com tratamento de eletroenergização positivo ocorreu o menor crescimento quando comparadas as amostras sem tratamento e com tratamento de eletroenergização negativo. Já nas amostras que utilizaram água mineral o crescimento foi menor quando utilizado o tratamento de eletroenergização positivo em comparação às outras amostras que utilizaram água mineral (Figura 23).

Figura 23 – Altura média de *Trifolium repens* L. (cm) aos 30 dias em Solo Artificial Tropical (SAT) com água destilada (D) e mineral (M) tratadas pelo processo de eletroenergização negativa (N) e positiva (P) e sem tratamento (S). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. (⊥) Desvio padrão.

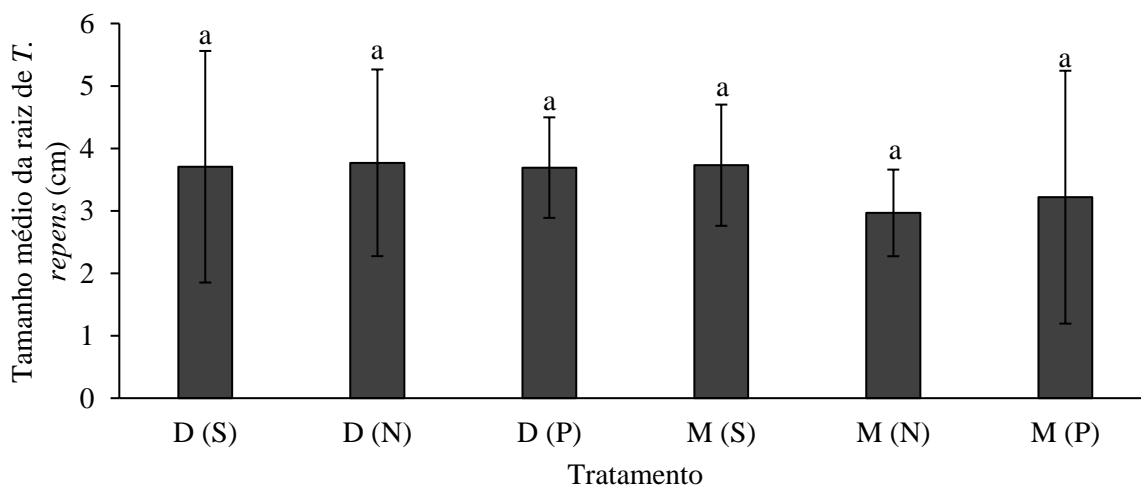


Fonte: produção do próprio autor, 2019.

4.3.8.2 Tamanho médio da raiz após 30 dias

O tamanho médio da raiz do trevo branco após 30 dias não foi afetado ($p \leq 0,05$) pela utilização de águas destilada e mineral tratadas pelo processo de eletroenergização positivo ou negativo em comparação às amostras sem tratamento (Figura 24).

Figura 24 – Tamanho médio da raiz de *Trifolium repens* L. (cm) aos 30 dias em Solo Artificial Tropical (SAT) com água destilada (D) e mineral (M) tratadas pelo processo de eletroenergização negativa (N) e positiva (P) e sem tratamento (S). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. (⊥) Desvio padrão.

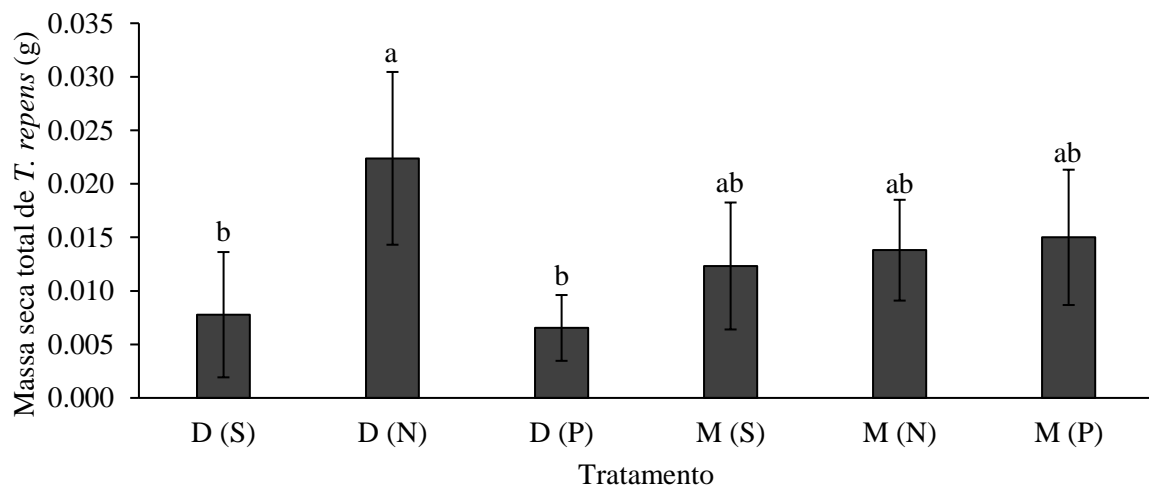


Fonte: produção do próprio autor, 2019.

4.3.8.3 Peso da massa seca após 30 dias

O peso médio da massa seca do trevo branco após 30 dias foi afetado ($p \leq 0,05$) pela utilização de águas destilada tratada pelo processo de eletroenergização negativo apresentando maior valor em comparação com amostras sem tratamento e com tratamento de eletroenergização positiva. Nas amostras que utilizaram água mineral não foram observadas diferenças entre as amostras (Figura 25).

Figura 25 – Peso médio da massa seca de *Trifolium repens* L. (g) aos 30 dias em Solo Artificial Tropical (SAT) com água destilada (D) e mineral (M) tratadas pelo processo de eletroenergização negativa (N) e positiva (P) e sem tratamento (S). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. (τ) Desvio padrão.

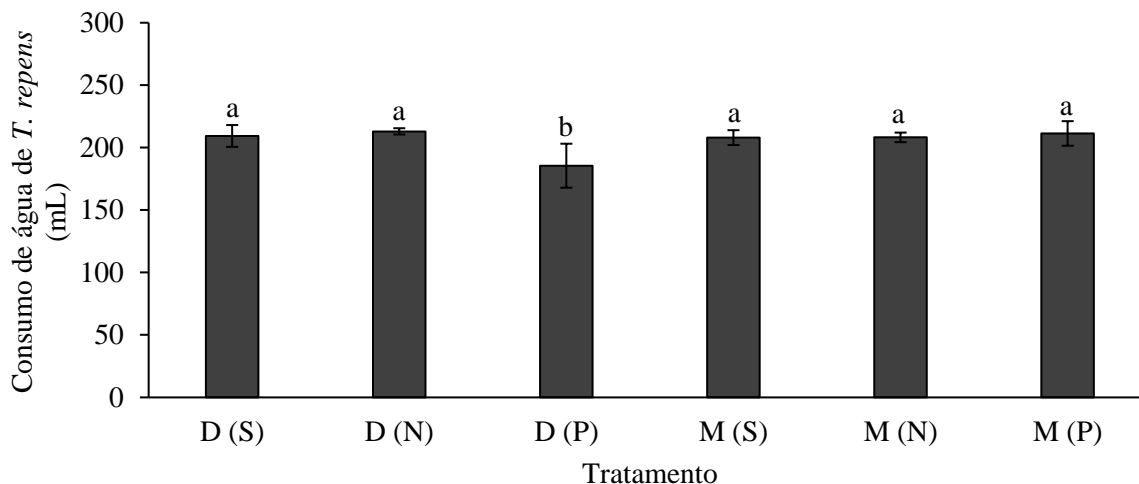


Fonte: produção do próprio autor, 2019.

4.3.8.4 Consumo de água após 30 dias

O consumo médio de água do trevo branco após 30 dias foi afetado ($p \leq 0,05$) pela utilização de águas destilada tratada pelo processo de eletroenergização positivo apresentando menor valor em comparação com amostras sem tratamento e com tratamento de eletroenergização negativo. Nas amostras que utilizaram água mineral não foram observadas diferenças entre as amostras (Figura 26).

Figura 26 – Consumo de água de *Trifolium repens* L. (mL) aos 30 dias em Solo Artificial Tropical (SAT) com água destilada (D) e mineral (M) tratadas pelo processo de eletroenergização negativa (N) e positiva (P) e sem tratamento (S). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. (⊥) Desvio padrão.



Fonte: produção do próprio autor, 2019.

4.4 TESTES COM CAMUNDONGOS

4.4.1 Hemograma

Os valores médios de eritrócitos e hemoglobina não apresentaram diferenças ($p \leq 0,05$) entre as amostras (Tabela 6). Já os valores médios de leucócitos foram afetados ($p \leq 0,05$) pela utilização das águas minerais tratadas pelo processo de eletroenergização positivo e negativo, tendo o seu valor reduzido em ambos os casos nas coletas realizadas no 30º dia quando comparado com a amostra sem tratamento, porém não diferenciando entre si (Tabela 6).

Tabela 6 – Valores médios (\pm desvio padrão) obtidos no hemograma dos camundongos *Mus musculus*, linhagem swiss, aos 10, 20 e 30 dias, dessedentados com água mineral (M) sem tratamento (S), com eletroenergização negativa (N) e eletroenergização positiva (P). Médias seguidas de mesma letra na mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (Continua).

Variáveis	Dia	M (S)	M (N)	M (P)
Eritrócitos ($\times 10^6 \mu\text{L}$)	10	6,82 \pm 0,20 a	6,18 \pm 0,63 a	5,68 \pm 2,18 a
	20	5,86 \pm 1,10 a	5,93 \pm 1,55 a	6,00 \pm 0,47 a
	30	5,72 \pm 0,10 a	6,66 \pm 1,40 a	6,41 \pm 0,88 a
Leucócitos ($\times 10^3 \mu\text{L}$)	10	1,88 \pm 0,47 a	1,44 \pm 0,32 a	1,48 \pm 0,26 a
	20	1,78 \pm 0,41 a	1,38 \pm 0,41 a	1,28 \pm 0,34 a
	30	2,23 \pm 0,80 a	1,30 \pm 0,43 b	1,10 \pm 0,25 b

Tabela 6 – Valores médios (\pm desvio padrão) obtidos no hemograma dos camundongos *Mus musculus*, linhagem swiss, aos 10, 20 e 30 dias, dessedentados com água mineral (M) sem tratamento (S), com eletroenergização negativa (N) e eletroenergização positiva (P). Médias seguidas de mesma letra na mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (Conclusão).

Hemoglobina (g/dL)	10	12,52 \pm 0,53 a	12,00 \pm 0,51 a	11,97 \pm 0,55 a
	20	12,65 \pm 0,88 a	12,40 \pm 2,80 a	12,47 \pm 0,54 a
	30	12,67 \pm 0,36 a	11,98 \pm 0,56 a	12,25 \pm 0,55 a

Fonte: produção do próprio autor, 2019.

Os valores médios de neutrófilos foram afetados ($p \leq 0,05$) pela utilização das águas minerais tratadas pelo processo de eletroenergização positivo e negativo, tendo o seu valor reduzido em ambos os casos nas coletas realizadas no 30º dia quando comparado com a amostra sem tratamento.

Os valores médios de linfócitos foram afetados ($p \leq 0,05$) pela utilização da água mineral tratada pelo processo de eletroenergização positivo, tendo o seu valor reduzido na coleta realizada no 30º dia quando comparado com a amostra sem tratamento. Tanto os neutrófilos quanto os linfócitos não apresentaram diferenças nas coletas realizadas no 10º e 20º dia. Os valores médios de monócitos não apresentaram diferenças ($p \leq 0,05$) entre as amostras. Os valores de eosinófilos e basófilos não atenderam aos pressupostos para a análise de variância entre as médias devido a grande variação de valores entre os indivíduos de cada tratamento. Desta forma, foram apenas apresentadas as suas médias e desvio padrão (Tabela 7).

Tabela 7 – Valores médios (\pm desvio padrão) obtidos no leucograma dos camundongos *Mus musculus*, linhagem swiss, aos 10, 20 e 30 dias, dessedentados com água mineral (M) sem tratamento (S), com eletroenergização negativa (N) e eletroenergização positiva (P). Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias não seguidas de letras não atenderam a normalidade e homocedasticidade exigidas pela ANOVA (Continua).

Variáveis	Dia	M (S)	M (N)	M (P)
Neutrófilos (/mm ³)	10	155,40 \pm 64,24 a	105,00 \pm 47,25 a	75,33 \pm 45,62 a
	20	129,50 \pm 68,63 a	95,67 \pm 57,31 a	96,33 \pm 31,75 a
	30	267,50 \pm 57,60 a	93,16 \pm 28,31 b	157,25 \pm 20,42 b
Linfócitos (/mm ³)	10	1564,40 \pm 495,89 a	1246,40 \pm 0306,31 a	1295,67 \pm 268,50 a
	20	1590,83 \pm 387,35 a	1234,83 \pm 426,29 a	1132,50 \pm 329,07 a
	30	1865,17 \pm 630,40 a	1167,50 \pm 451,32 ab	933,20 \pm 415,55 b
Monócitos (/mm ³)	10	89,60 \pm 65,15 a	47,00 \pm 31,95 a	38,40 \pm 26,16 a
	20	27,20 \pm 11,95 a	28,80 \pm 19,93 a	41,83 \pm 17,05 a
	30	47,40 \pm 13,56 a	22,83 \pm 14,67 a	31,66 \pm 22,21 a

Tabela 7 – Valores médios (\pm desvio padrão) obtidos no leucograma dos camundongos *Mus musculus*, linhagem swiss, aos 10, 20 e 30 dias, dessedentados com água mineral (M) sem tratamento (S), com eletroenergização negativa (N) e eletroenergização positiva (P). Médias seguidas de mesma letra na mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias não seguidas de letras não atenderam a normalidade e homocedasticidade exigidas pela ANOVA (Conclusão).

Eosinófilos (/mm ³)	10	27,00 \pm 4,31	13,66 \pm 2,38	11,33 \pm 9,69
	20	17,66 \pm 24,28	11,33 \pm 9,11	11,16 \pm 6,31
	30	10,66 \pm 23,13	16,50 \pm 16,94	13,83 \pm 23,92
Basófilos (/mm ³)	10	43,60 \pm 30,11	26,40 \pm 39,52	30,00 \pm 38,51
	20	0,00 \pm 0	0,00 \pm 0	1,50 \pm 3,67
	30	0,00 \pm 0	0,00 \pm 0	3,33 \pm 8,16

Fonte: produção do próprio autor, 2019.

4.4.2 Análise bioquímica

Os valores médios observados na análise bioquímica são apresentados na Tabela 8. Nela é possível observar que as variáveis que apresentaram diferenças ($p \leq 0,05$) foram as proteínas totais, globulina, triglicerídeos e ureia. As variáveis albumina, glicose e colesterol não apresentaram diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre os tratamentos testados.

Os valores médios de proteínas totais apresentaram diferenças ($p \leq 0,05$) nas coletas realizadas no 10° e 30° dia, sendo que o tratamento de eletroenergização negativa apresentou menor valor no 10° dia e o tratamento de eletroenergização positiva apresentou valor menor no 30° dia. Na coleta realizada no 20° dia não foram observadas diferenças ($p \leq 0,05$) entre os tratamentos (Tabela 8).

Os valores médios de globulinas apresentaram diferenças ($p \leq 0,05$) na coleta realizada ao 10° dia, sendo que o tratamento de eletroenergização negativa apresentou-se menor em comparação à água sem tratamento e a água com eletroenergização positiva (Tabela 8).

Os valores médios de triglicerídeos foram diferentes ($p \leq 0,05$) na coleta realizada ao 30° dia, sendo que o tratamento de eletroenergização negativa apresentou maior valor em comparação à água sem tratamento e não diferenciou em relação a água com eletroenergização positiva (Tabela 8).

Os valores médios de ureia apresentaram diferenças ($p \leq 0,05$) na coleta realizada ao 30° dia, sendo que a água sem tratamento apresentou maior valor em comparação às águas com tratamento de eletroenergização negativa e positiva. Já a água tratada pelo processo de eletroenergização negativa apresentou valores médios maiores quando comparada com a água tratada pelo processo de eletroenergização positiva (Tabela 8).

Tabela 8 – Valor médio (\pm desvio padrão) na análise bioquímica realizada nos camundongos *Mus musculus*, linhagem swiss, aos 10, 20 e 30 dias, dessedentados com água mineral (M) sem tratamento (S), com eletroenergização negativa (N) e eletroenergização positiva (P). Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Variáveis	Dia	M (S)	M (N)	M (P)
Proteína total (g/dL)	10	6,22 \pm 0,47 a	5,10 \pm 0,67 b	5,55 \pm 0,66 ab
	20	5,34 \pm 0,59 a	5,75 \pm 0,35 a	5,56 \pm 0,34 a
	30	6,14 \pm 0,11 a	6,02 \pm 0,25ab	5,76 \pm 0,11 b
Albumina (g/dL)	10	2,98 \pm 0,45 a	2,85 \pm 0,38 a	2,53 \pm 0,19 a
	20	2,86 \pm 0,09 a	2,76 \pm 0,17 a	2,82 \pm 0,29 a
	30	2,62 \pm 0,12 a	2,73 \pm 0,32 a	2,60 \pm 0,18 a
Globulina (g/dL)	10	3,23 \pm 0,52 a	2,25 \pm 0,49 b	3,02 \pm 0,52 ab
	20	2,75 \pm 0,61 a	2,92 \pm 0,55 a	2,75 \pm 0,56 a
	30	3,58 \pm 0,15 a	3,26 \pm 0,35 a	3,28 \pm 0,34 a
Glicose (mg/dL)	10	146,00 \pm 24,54 a	198,33 \pm 31,43 a	200,83 \pm 62,75 a
	20	199,17 \pm 52,30 a	207,00 \pm 17,16 a	244,20 \pm 29,68 a
	30	136,17 \pm 16,50 a	161,33 \pm 19,65 a	149,83 \pm 20,93 a
Colesterol (mg/dL)	10	75,83 \pm 9,99 a	61,50 \pm 8,60 a	61,83 \pm 19,58 a
	20	66,83 \pm 10,59 a	67,67 \pm 10,59 a	66,67 \pm 7,81 a
	30	70,00 \pm 16,52 a	75,67 \pm 14,30 a	75,00 \pm 6,78 a
Triglicerídeos (mg/dL)	10	235,00 \pm 56,06 a	234,50 \pm 28,67 a	204,67 \pm 32,96 a
	20	289,00 \pm 106,91 a	291,17 \pm 57,14 a	294,17 \pm 75,18 a
	30	155,33 \pm 47,62 b	270,83 \pm 42,45 a	203,33 \pm 54,82 ab
Ureia (mg/dL)	10	35,33 \pm 6,02 a	34,50 \pm 4,81 a	34,50 \pm 2,74 a
	20	30,50 \pm 10,62 a	23,50 \pm 13,75 a	22,00 \pm 8,53 a
	30	46,00 \pm 2,97 a	36,67 \pm 3,88 b	27,17 \pm 2,79 c

Fonte: produção do próprio autor, 2019.

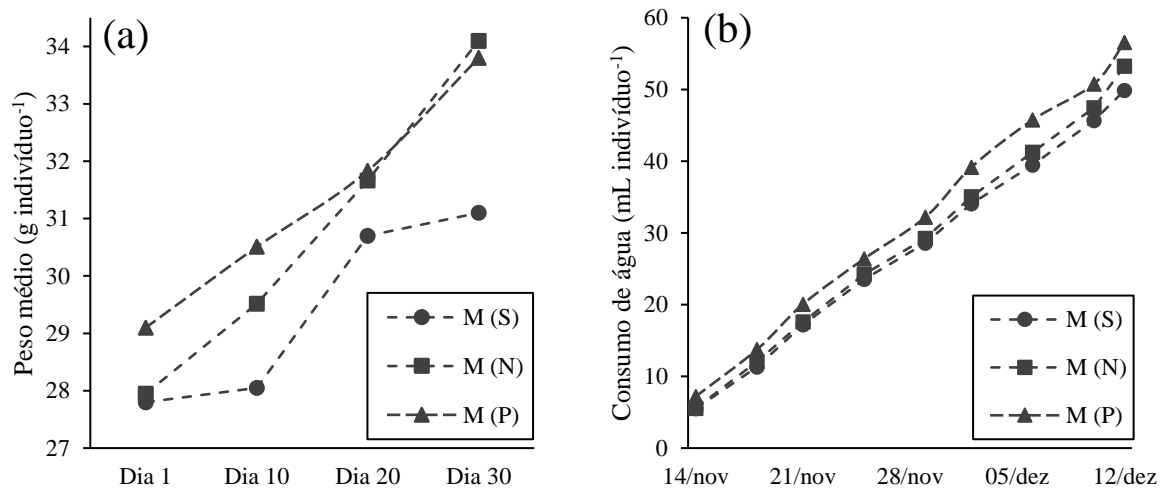
4.4.3 Peso e consumo de água

Todos os tratamentos apresentaram ganho de peso no decorrer dos ensaios (Figura 27a). O grupo que obteve maior ganho de peso médio por indivíduo foi o grupo tratado com água eletroenergizada negativa (6,15 g), seguido do grupo com água eletroenergizada positiva (4,7 g) e água sem tratamento (3,3 g).

Já o maior consumo de água por indivíduo foi observado no tratamento com eletroenergização positiva (M (P)) com 56,55 mL, seguido do grupo dessedentado com água

eletroenergizada negativa (M (N)) com 53,25 mL e pela água sem tratamento (M (S)) com 49,85 mL, respectivamente (Figura 27b).

Figura 27 – (a) Peso médio por indivíduo aos 1, 10, 20 e 30 dias do experimento (a) e consumo médio acumulado de água por animal ao final dos 30 dias (b) de *Mus musculus* swiss dessedentados com água mineral (M) tratada pelo processo de eletroenergização negativa (N) e positiva (P) e sem tratamento (S).



Fonte: produção do próprio autor, 2019.

5 DISCUSSÃO

5.1 ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA

Os parâmetros observados através da análise físico-química realizada nas amostras de águas destilada e mineral sem e com tratamentos de eletroenergização (Tabela 2) se encontram de acordo com os valores máximos estabelecidos na portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011) que trata da qualidade da água para consumo humano e sua potabilidade e também da resolução nº 357/2005 do Conselho Nacional do Meio ambiente (CONAMA, 2005) que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais. A exceção observada se dá para a concentração de nitrato (NO_3^-) presente na água destilada tratada pelo processo de eletroenergização positiva (D (P)), onde o valor máximo permitido pela portaria nº 2914/2011 e resolução nº 357/2005 para águas doces de classe 1 é de 10 mg/L e a água tratada excedeu esse limite (Tabela 2).

A presença do nitrato (NO_3^-) nas amostras de água destilada tratada por eletroenergização positiva (D (P)) e mineral tratada por eletroenergização negativa (M (N)) pode estar relacionada aos processos de oxirredução gerados pelos processos eletroquímicos que ocorrem quando se aplica uma diferença de potencial elétrica (DDP) entre dois eletrodos em meio aquoso.

Lelièvre et al. (1995) verificaram a formação de nitrato em solução aquosa quando aplicada uma descarga corona entre dois eletrodos e associaram isso a oxidação de espécies de nitrogênio durante o processo de descarga elétrica. Fazendo a utilização de plasma para o tratamento de água, Ten Bosch et al. (2017) também observaram o aumento de nitrato na água ocasionado pelas reações eletroquímicas ocorridas, o qual também é relacionado ao tempo de aplicação do tratamento, assim como foi observado por Park et al. (2013). Da mesma maneira, a presença de nitrito (NO_2^-) em água destilada sem tratamento e a sua ausência nas amostras tratadas por eletroenergização também pode ser justificada pelos processos eletroquímicos que ocorrem pela aplicação de tensão elétricas em meio aquoso (AJO et al., 2017; KIM e KIM, 2003).

O maior valor do oxigênio dissolvido nas amostras de água tratadas pelo processo de eletroenergização, tanto em água destilada, quanto em água mineral, em comparação com as respectivas águas sem tratamento, também pode estar relacionado a aplicação de tensões elétricas. Este acréscimo foi observado por Lukes et al. (2008) e Van Nguyen et al. (2018) na aplicação de plasma frio em água. Já Kawamoto (2014), através da aplicação de campos

elétricos de alta intensidade, justificou o aumento do oxigênio dissolvido em água pela ionização do oxigênio proveniente na atmosfera após mudanças na estrutura dos *cluster* de água sob o efeito de campos elétricos.

Além disso, Vanags et al. (2012) pressupõem que em processos de eletrólise os pulsos de alta tensão causam a emissão de elétrons a partir do eletrodo para o meio aquoso, e assim acabam dissociando as moléculas de água em hidrogênio (H^+) e hidroxila (OH^-), e a partir desse momento o ânion OH^- é atraído pelo eletrodo de potencial elétrico oposto sendo descarregado e reduzido produzindo assim o gás oxigênio (O_2). A hipótese de Vanags et al. (2012) corrobora a afirmação de Santos et al. (2011) que mostra que a aplicação de altas tensões elétricas em água causa o descarregamento dos íons e, dependendo da polaridade elétrica do eletrodo que está em contato com a água, ocorre o acúmulo de cargas elétricas positivas ou negativas.

O aumento dos sólidos totais em água destilada tratada por eletroenergização positiva (D (P)) e negativa (D (N)) não é justificado pela adição de componentes na água, uma vez que o processo de eletroenergização faz apenas a utilização de eletrização por contato e de campos elétricos de alta intensidade (DUVOISIN e BAGGIO, 2016). Uma hipótese para o aumento dos sólidos totais é a dissociação da molécula da água pela polarização elétrica induzida, formando hidroxilas e outras espécies reativas de oxigênio (VANAGS et al., 2012), as quais pela baixa concentração de minerais na água destilada, diferentemente do que ocorre na água mineral, tendem a reagir com a parede do recipiente de PET (poli tereftalato de etileno) ocasionando a degradação e liberando partículas na água, assim como ocorre na despolimerização do PET em solução alcalina (SANTOS et al., 2018). Entretanto, para confirmar esta hipótese novos estudos devem ser realizados.

5.2 TESTES DE REPRODUÇÃO COM ORGANISMOS DO SOLO

Os testes de reprodução com *F. candida* e *E. andrei* não apresentaram diferenças significativas ($p \leq 0,05$) no número médio de juvenis entre os dois tipos de água e entre as amostras sem e com os tratamentos de eletroenergização (Figuras 5 e 6), sendo assim, não sugerindo efeitos nocivos ou benéficos a estes organismos em contato com solo (SAT) umedecido com água tratada pelo processo de eletroenergização.

Nos testes de reprodução com *E. crypticus* a água destilada sem tratamento de eletroenergização (D (S)) apresentou um número maior de indivíduos ($p \leq 0,05$) em relação a todos os outros tratamentos de água destilada e mineral com ou sem tratamento de eletroenergização (Figura 4). A presença do NO_2^- nas amostras de água destilada sem

tratamento de eletroenergização (Tabela 2) pode estar relacionada com essa diferença no número de indivíduos. O número de indivíduos nos demais tratamentos está de acordo com os valores encontrados por Niemeyer et al. (2020), Niemeyer et al. (2018) e Tomasi et al. (2018) utilizando o SAT e água destilada.

Goede et al. (2003) realizaram um estudo aplicando nitrogênio (N) inorgânico em pastagens e verificaram o aumento no número de enquitreídeos em diferentes doses aplicadas, porém observaram a redução no número de minhocas. Já Prendergast-Miller et al. (2009), observaram que as diferentes formas de N utilizada na fertilização do solo pantanoso afetam a abundância dos enquitreídeos, tanto positivamente, quanto negativamente, porém esse efeito sendo dependente da umidade e do pH do solo. Além disso, verificaram que a presença de outros nutrientes como o fósforo (P) e o potássio (K) junto ao N aumentam a abundância dos enquitreídeos. Payne et al. (2012) também verificaram os efeitos da adubação nitrogenada em enquitreídeos e observaram uma tendência de maior abundância nos solos que receberam a adubação de N, similar ao que foi observado por Prendergast-Miller et al. (2009). Portanto, o aumento no número de enquitreídeos aqui observado pode estar relacionado à maior concentração de NO_2^- presente na água destilada sem tratamento de eletroenergização, o que deve ser objeto de novos estudos para a comprovação.

5.3 TESTES COM PLANTAS

Nos testes de germinação em 7 dias com plantas das espécies *L. sativa*. e *T. repens* não foram observadas diferenças significativas ($p \leq 0,05$) no percentual de germinação entre os tratamentos independentemente do tipo de água utilizada ou da aplicação, ou não, de eletroenergização nas amostras de água, como pode ser visto nas Figuras 8 e 10, respectivamente.

Na espécie *A. sativa* o teste de germinação em 7 dias não apresentou diferenças no percentual de germinação ($p \leq 0,05$) quando utilizada a água destilada com ou sem tratamento de eletroenergização. Entretanto, em água mineral o tratamento de eletroenergização positivo (M (P)) apresentou maior porcentagem de germinação em relação à água mineral sem tratamento (M (S)) (Figura 7). Essa diferença pode ser justificada pela presença de NO_3^- na água tratada por eletroenergização positiva. O nitrato na forma de KNO_3 (nitrato de potássio) é utilizado para a quebra da dormência das sementes em ensaios de vigor de sementes (BRASIL, 2009). Roberts (1972) diz que o efeito do NO_3^- na quebra da dormência de sementes é aumentando com alternâncias de temperatura e presença de luz na germinação, mas que a

presença do NO_3^- é capaz de compensar a ausência de luz durante a germinação em algumas espécies.

A espécie *L. corniculatus* não apresentou diferença ($p \leq 0,05$) na porcentagem de germinação nos tratamentos que utilizaram a água mineral, porém a água destilada sem tratamento de eletroenergização (D (S)) teve maior germinação em relação a amostra com eletroenergização negativa (D (N)). Além disso, na Tabela 2 é possível observar que as amostras de água que apresentaram nitrogênio (NO_2^- ou NO_3^-) nas análises químicas não diferiram estatisticamente ($p \leq 0,05$) entre si. Assim, além do NO_3^- justificar a maior germinação, a presença de NO_2^- na água destilada sem tratamento de eletroenergização também deve ser considerada como fator de efeito de germinação de *L. corniculatus*.

Ayuso et al. (2019) e Qasem (2019) indicam que além do NO_3^- outros componentes são capazes de ativar a germinação de sementes, sendo um deles o NO_2^- . Egley (1984) verificou que além do NO_3^- , o NO_2^- na forma de KNO_2 (nitrito de potássio) também possui a característica de quebra de dormência estimulando uma maior germinação nas sementes de *P. olerace*. O mesmo efeito foi observado por Eremrena e Mensah (2016) na taxa de germinação de *C. frutescens*, observando que existem doses máximas de NO_2^- para o estímulo na germinação. Li et al. (2005) também observaram a melhora na germinação de *S. salsa* em condições salinas utilizando o NO_3^- ou NO_2^- como ativadores. Dados estes que comprovam as afirmações de Bewley e Black (1982) de que o NO_3^- e o NO_2^- estimulam a germinação e quebram a dormência de diversas espécies onde, segundo Carvalho e Nakagawa (2000), esses radicais atuam dando início a uma série de reações metabólicas fornecendo energia para o crescimento do eixo embrionário nas sementes.

No teste de crescimento de *A. sativa* a altura da parte aérea (Figura 11) não apresentou diferença significativa ($p \leq 0,05$) quando foram comparados os tratamentos de eletroenergização com o respectivo tipo de água sem tratamento. Entretanto, foi observado que o tratamento de eletroenergização negativo em água destilada (D (N)) apresentou maior altura se comparado com o mesmo tratamento em água mineral (M (N)).

No teste de crescimento de *L. sativa* a altura da parte aérea (Figura 15) não apresentou diferença significativa ($p \leq 0,05$) nos tratamentos utilizando água destilada. Porém em água mineral o tratamento com eletroenergização positiva apresentou menor crescimento da parte aérea quando comparada aos demais tratamentos em água mineral. O mesmo comportamento de menor crescimento da parte aérea de plantas utilizando a água eletroenergizada positiva foi observado em *T. repens* em água mineral e destilada em comparação com a água sem tratamento

(Figura 23) e também em *L. corniculatus* em água destilada quando comparada a água sem tratamento (Figura 19).

Um fator que pode ter influenciado esse efeito é a presença de cargas elétricas nas águas tratadas por eletroenergização. Segundo Duvoisin e Baggio (2016) o método de eletroenergização tem a capacidade de armazenar cargas elétricas em água, as quais podem ser positivas ou negativas. Dessa forma, estas cargas elétricas presentes na água podem influenciar na atração e repulsão eletrostática na matriz do solo e assim influenciar no transporte de íons e a condutividade hidráulica. Schweikle (1981) já observou os efeitos da carga elétrica do solo, da polaridade e fluxo de água no solo e verificou a restrição no fluxo de água devido as cargas elétricas.

Ishiguro (2019) afirma que a restrição hídrica pode ocorrer devido ao maior número de partículas dispersas em consequência da presença das cargas elétricas, o que pode restringir a passagem de água pelos macroporos e assim, influenciar na condutividade hidráulica. Nesse sentido, a água tratada pelo processo de eletroenergização positiva pode sofrer a atração eletrostática pelas cargas negativas do solo, principalmente a argila e matéria orgânica, o que pode restringir a condutividade hidráulica e influenciar no transporte de íons para as plantas prejudicando o seu desenvolvimento, porém tende a absorver preferencialmente os ânions presentes.

A água eletroenergizada negativa apresenta um comportamento diferente no solo, devido a sua carga elétrica ser igual à carga elétrica do solo (negativa), o efeito suposto é a repulsão eletrostática, fenômeno este que influencia no transporte de íons favorecendo o transporte de cátions pela água. Este entendimento pode justificar o menor crescimento e menor consumo de água nos tratamentos com eletroenergização positiva em água destilada que foi observado nos testes de crescimento com *L. corniculatus* e *T. repens* e o menor crescimento em água mineral de *L. sativa*, assim como o maior peso (massa seca) de *T. repens* em água destilada com eletroenergização negativa.

Com a utilização de água mineral eletroenergizada este efeito não foi observado no consumo de água de *L. corniculatus* e *T. repens*, o que pode estar relacionado à maior condutividade elétrica da água mineral em comparação com a água destilada. Essa maior condutividade elétrica da água mineral representa uma maior quantidade de íons presentes, o que pode ocasionar a distribuição e equilíbrio das cargas elétricas presentes na água e desta forma reduzir os seus efeitos na dinâmica da água no solo. Entretanto, a maior concentração de íons na água também influencia no potencial osmótico, o qual tem efeitos sobre a absorção de

água e nutriente pelas plantas o que leva a alterações fisiológicas nas plantas (COSTA et al., 2001).

Em síntese, os efeitos esperados pelo efeito das cargas elétricas presentes na água pelo processo de eletroenergização são, quando utilizada a eletroenergização positiva, menor consumo de água, o que pode afetar o transporte de nutrientes e, conseqüentemente, o crescimento das plantas. Já com eletroenergização negativa, com a maior distribuição de água devido a repulsão às cargas elétricas do solo, um maior deslocamento e disponibilidade de nutrientes para as plantas.

Cabe ressaltar, que alguns resultados obtidos, como por exemplo, o maior consumo de água em *A. sativa* utilizando água destilada positiva, não se justifica através das hipóteses aqui levantadas e pelos resultados obtidos nas análises físico-químicas realizadas nas amostras de água. Outra razão para a diferença de crescimento pode ser justificada pela presença de alguma substância desconhecida que pode ter favorecido ou inibido o crescimento das plantas. Essa substância não foi considerada na análise físico-química da água (Tabela 2), deste modo, negligenciada.

Como os testes aqui realizados são um levantamento preliminar para averiguar os efeitos causados pela água tratada pelo processo de eletroenergização nas plantas é fundamental a realização de novos estudos para compreender os mecanismos envolvidos na dinâmica da água eletroenergizada no solo e de que forma isso pode influenciar na disponibilidade de nutrientes e umidade do solo para as plantas e, desta forma, confirmar as justificativas apresentadas. Também é necessário avaliar os efeitos da água eletroenergizada em solos naturais, os quais apresentam diferentes características como a CTC, teor de matéria orgânica, argila, pH, densidade, textura, composição química, entre outras características.

5.4 TESTES COM CAMUNDONGOS

A maior parte das variáveis analisadas através das determinações bioquímicas e hematológicas não apresentaram diferenças entre os tratamentos e os valores observados são semelhantes aos que são encontrados na literatura.

As concentrações de hemoglobina e número de eritrócitos não apresentaram diferenças ($p \leq 0,05$) entre os tratamentos que utilizaram as águas minerais com e sem eletroenergização (Tabela 6), os quais apresentaram valores semelhantes aos observados em outros estudos (ARAÚJO, 2012; CASTELLO BRANCO et al., 2011; EMORDI et al., 2014; MATIDA et al., 2015). No hemograma de camundongos Swiss, Araújo (2012) encontraram valores semelhantes

aos aqui observados na determinação de hemoglobina ($14,0 \pm 1,1$ g/dL), assim como Castello Branco et al. (2011) ($13,5 \pm 1,1$ g/dL) e Matida et al. (2015) ($15,78 \pm 0,9$ g/dL).

Valores semelhantes aos encontrados no presente estudo (Tabela 6) também foram observados no número de eritrócitos por Araújo (2012) ($8,4 \pm 0,9$ $10^6/\text{mm}^3$) e Emordi et al. (2014) ($5,67 \pm 0,04$ $10^6/\text{mm}^3$). Como a função principal dos eritrócitos, através da hemoglobina, é o transporte do oxigênio dos pulmões para os tecidos e no sentido inverso o transporte de gás carbônico (SILVA, 2017), e como não houve diferenças entre os tratamentos e os valores são semelhantes aos encontrados na literatura, é possível observar que o consumo de água eletroenergizada pelos camundongos não exerce influência nesta função.

Já para o número de leucócitos foram observadas diferenças ($p \leq 0,05$) entre o tratamento que recebeu água mineral sem tratamento (M (S)) e os tratamentos que receberam água mineral eletroenergizada positiva (M (P)) e negativa (M (S)), onde ambos os tratamentos de eletroenergização apresentaram valores inferiores à amostra sem tratamento, mas não diferenciaram entre si (Tabela 6).

Existe grande variabilidade nos valores de leucócitos encontrados na literatura. Os valores observados por Araújo (2012) ($6,0 \pm 1,8$ $10^3/\text{mm}^3$), Emordi et al. (2014) ($12,30 \pm 0,03$ $10^3/\text{mm}^3$) e Matida et al. (2015) ($2,50 \pm 0,81$ $10^3/\text{mm}^3$) evidenciam esta variação. Matida et al. (2015) observaram valores superiores na literatura aos encontrados por eles e relacionaram isto com a dieta dos animais que não estão descritas nos estudos e também relacionaram ao método de coleta de sangue, onde Matida et al. (2015) utilizaram a punção cardíaca, que é o método que permite a retirada de uma maior quantidade de sangue para a realização das análises. Green (1966) já afirmava que a contagem de leucócitos de camundongos apresenta grande variação, a qual é influenciada por fatores genéticos e ambientais e métodos de manuseio.

Assim como foi observado no número de leucócitos, no número de neutrófilos também foram observadas diferenças ($p \leq 0,05$) entre o tratamento que recebeu água mineral sem tratamento (M (S)) e os tratamentos que receberam água mineral eletroenergizada positiva (M (P)) e negativa (M (S)) (Tabela 7), onde da mesma forma os dois tratamentos de eletroenergização apresentaram valores inferiores à amostra sem tratamento, e também não diferenciaram entre si.

Segundo Thrall et al. (2015), a neutropenia, que é a baixa concentração de neutrófilos, pode ser causada por lesão medular, inflamação aguda ou infecção viral aguda, porém, para que se possa diagnosticar a causa é necessária a análise morfológica dos neutrófilos, além da quantidade de plaquetas e eritrócitos, informações estas (morfologia e contagem de plaquetas)

que não foram realizadas impossibilitando a indicação da causa somente através deste parâmetro.

Para a contagem de linfócitos, somente o tratamento que recebeu água eletroenergizada positiva (M (P)) diferenciou do grupo que recebeu água sem tratamento (M (S)), apresentando um valor inferior (Tabela 7). A contração baixa de linfócitos, chamada de linfopenia, pode ser causada por infecções virais agudas que é acompanhada por neutropenia (THRALL et al., 2015). É importante ressaltar que devido a grande variabilidade de valores de contagem de leucócitos encontrados na literatura não foi possível definir uma faixa normal de concentração de leucócitos e assim afirmar se os níveis encontrados estão de acordo ou fora da normalidade.

Através da análise bioquímica foram observadas diferenças entre os níveis de proteínas totais entre os tratamentos. Os níveis de proteínas totais apresentaram diferenças ($p \leq 0,05$) no 10º dia, onde o tratamento com eletroenergização negativa (M (N)) obteve valores menores em comparação à amostra sem tratamento (M (S)), diferença esta que não foi observada nas coletas seguintes no 20º e 30º dia (Tabela 8). Entretanto, no 30º dia do ensaio a amostra com eletroenergização positiva (M (P)) apresentou valores menores em comparação com a amostra sem tratamento (M (S)). Esses valores obtidos encontram-se na mesma faixa dos observados por Santos et al. (2016) ($5,1 \pm 0,2$ g/dL), Matida et al. (2015) ($5,67 \pm 0,46$ g/dL) e Emordi et al. (2014) ($4,06 \pm 0,23$ g/dL).

Já a concentração de albumina não apresentou diferenças ($p \leq 0,05$) entre os tratamentos e os valores médios (Tabela 8) foram semelhantes aos observados por Santos et al. (2016) ($2,8 \pm 0,1$ g/dL), Matida et al. (2015) ($2,60 \pm 0,04$ g/dL) e Castello Branco et al. (2011) ($2,3 \pm 0,01$ g/dL).

A concentração de globulina apresentou diferença ($p \leq 0,05$) no 10º dia, onde o tratamento com eletroenergização negativa (M (N)) obteve valores menores em comparação à amostra sem tratamento (M (S)) (Tabela 8), diferença esta que não foi observada nas coletas seguintes no 20º e 30º dia, caso semelhante ao que foi observado nos níveis de proteínas totais. Castello Branco et al. (2011) compararam os níveis de globulina em camundongos swiss de diversos biotérios e encontraram valores muito semelhantes aos aqui observados, onde variaram entre $3,60 \pm 0,1$ g/dL (máximo) e $1,4 \pm 0,01$ g/dL (mínimo). Como a albumina e a globulina são partes constituintes das proteínas totais e conforme González e Silva (2017) seus valores estão de acordo com os valores normais de referência e também com os valores encontrados na literatura, estas variações observadas nos níveis de proteínas totais e de globulina não são consideradas significativas.

Os níveis de glicose e colesterol encontrados não apresentaram diferenças ($p \leq 0,05$) entre os tratamentos em nenhuma das coletas realizadas (Tabela 8). Os valores observados são semelhantes aos encontrados por Castello Branco et al. (2015) em $135,0 \pm 5,0$ mg/dL para glicose e $89,7 \pm 2,3$ mg/dL para colesterol. Valores semelhantes também foram encontrados por Santos et al. (2016) com $158,0 \pm 4,0$ mg/dL para glicose e $73,0 \pm 10,0$ mg/dL para colesterol.

Na análise de triglicerídeos não foram observadas diferenças nas coletas realizadas no 10º e 20º dia, porém no 30º dia a concentração no grupo dessedentado com água sem tratamento (M (S)) foi menor ($p \leq 0,05$) quando comparado com o grupo dessedentado com água eletroenergizada negativa (M (N)) (Tabela 8). Os valores observados por Lima (2018) ($222,77 \pm 86,81$ mg/dL), Santos et al. (2016) (130 ± 7 mg/dL) e Castello Branco et al. (2015) ($103,5 \pm 6,5$ mg/dL) apresentam grande variação. Como os triglicerídeos tem a função principal de armazenamento de energia (González e Silva, 2017), sua concentração mais elevada no tratamento com água eletroenergizada negativa em relação com a água sem tratamento pode estar relacionada ao menor ganho de peso observado nos animais dessedentados com água sem tratamento (Figura 26 a).

Assim como ocorreu na concentração de triglicerídeos, na análise de ureia também não foram observadas diferenças nas coletas realizadas no 10º e 20º dia. Porém no 30º dia a concentração no grupo dessedentado com água sem tratamento de eletroenergizada (M (S)) foi maior ($p \leq 0,05$) quando comparado com os grupos dessedentados com águas tratadas pelo processo de eletroenergização, sendo que o tratamento de eletroenergização positiva (M (P)) teve a menor concentração (Tabela 8). Castello Branco et al. (2011) encontraram a concentração de $35,0 \pm 1,3$ mg/dL, valor este muito semelhante ao encontrado por Matida et al. (2015) de $43,0 \pm 7,07$ g/dL. A ureia é um metabólito que é quase totalmente excretado pelo rim, dessa forma, quando altos níveis são observados no plasma eles podem estar relacionados com uma filtração renal insuficiente (GONZÁLES e SILVA, 2017). Thrall et al. (2015) afirmam que o teor de ureia é influenciado pelo tipo de dieta, função hepática, absorção gastrointestinal e pelo estado de hidratação. Sendo a hidratação dos animais uma possível causa para as diferenças observadas.

O consumo de água, assim como o ganho de peso, foi maior nos tratamentos em que foram utilizadas as águas eletroenergizadas. Os camundongos que receberam água eletroenergizada negativa tiveram um ganho de peso de 6,15g, seguido dos que receberam água com eletroenergização positiva com 4,7g e o menor ganho de peso nos animais que receberam água sem tratamento de 3,3 g.

Já o maior consumo de água foi observado nos animais que receberam água eletroenergizada positiva (56,55 mL), seguido pela água eletroenergizada negativa (53,25 mL) e pela água sem tratamento (49,85 mL). Tomanari et al. (2003) verificaram a relação positiva entre consumo de água e ganho de peso. Dessa forma, o maior ganho de peso pode estar relacionado ao maior consumo de águas eletroenergizadas.

Na maioria dos parâmetros analisados (hemoglobina, eritrócitos, proteínas totais, albumina, globulina, glicose, colesterol e ureia) foram encontrados valores semelhantes aos encontrados na literatura, porém na contagem de leucócitos foram encontrados valores diferentes. Castello Branco et al. (2011) afirmam que as diferenças nos valores são referentes aos métodos utilizados nas análises enzimáticas. Além disso, fatores como a linhagem dos animais, a idade e a alimentação podem influenciar nesses valores, assim como os fatores ambientais como temperatura, ventilação, luminosidade, umidade relativa, ruídos, entre outros (SANTOS et al., 2016). Sendo assim, estes valores de referência podem ser usados como comparação, mas não eliminam novas determinações com os animais nas condições específicas de cada ensaio.

6 CONCLUSÕES

1. A água tratada pelo processo de eletroenergização apresentou alterações nas características físico-químicas analisadas, especialmente nos valores de nitrito, nitrato, sólidos totais e oxigênio dissolvido em água destilada e nitrato e oxigênio dissolvido para água mineral;
2. A água eletroenergizada não afetou a reprodução de *F. candida* e *E. andrei*, porém a reprodução de *E. crypticus* foi maior em água destilada sem tratamento em comparação com as demais amostras de águas;
3. A germinação de plantas foi afetada pela utilização de água eletroenergizada em *A. sativa* e *L. corniculatus* e o maior ou menor efeito sobre a germinação depende da espécie de planta utilizada;
4. A altura, tamanho de raiz, massa seca e consumo de água pelas plantas são afetados pelo processo de eletroenergização, os quais dependem do tipo da eletroenergização, onde quando utilizada água eletroenergizada positiva foram observados menores alturas e menor consumo de água. Já em água com eletroenergização negativa foi observada maior massa seca, o que depende da espécie de planta cultivada;
5. A utilização de água mineral eletroenergizada na dessedentação de camundongos apresentou reduções nas concentrações de leucócitos, linfócitos, proteínas totais, globulinas e ureia. Em contrapartida, apresentou valores maiores de triglicérides e maior ganho de peso e maior consumo de água pelos animais em comparação aos animais dessedentados com água mineral sem tratamento de eletroenergização.
6. Sugerimos novos estudos envolvendo solos naturais, outras espécies de organismos do solo e espécies de plantas, bem como outras espécies de animais, para a construção de uma maior base de informações com vistas à liberação da água eletroenergizada para consumo.

7 REFERÊNCIAS

AJO, P.; KORNEV, I.; PREIS, S. Pulsed Corona Discharge Induced Hydroxyl Radical Transfer Through the Gas-Liquid Interface. **Scientific Reports**. v. 7, n. 16152, 2017.

ANDRÉA, M. M. O uso de minhocas como bioindicadores de contaminação de solos. **Acta Zoológica Mexicana** (n.s.), Número Especial 2, p. 95-107. 2010.

ANDRÉA, M.M. de Bioindicadores ecotoxicológicos de agrotóxicos. 2008. **Artigo em Hypertexto**. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2008_4/Bioindicadores/index.htm>. Acesso em: 20/10/2019.

AGÊNCIA EUROPÉIA DO AMBIENTE. A água na agricultura. Copenhague: **EEA**, 2012.

AMIN, M. S.; PETERSON, T. F.; ZAHN, M. Advanced Faraday Cage Measurements of Charge and Open-Circuit Voltage using Water Dielectrics. **Journal of Electrostatics**, v. 64, p. 424-430, 2006.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. Cuidando das águas: soluções para melhorar a qualidade dos recursos hídricos. Brasília, DF: **Agência Nacional de Águas - Ana**, 2011.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Atlas Irrigação: Uso da Água na Agricultura Irrigada. Brasília, DF: **Agência Nacional de Águas - Ana**, 2017.

ALMEIDA, O. A. Qualidade da água de irrigação. **Embrapa Mandioca e Fruticultura: Cruz das Almas**. 2010.

ANDRADE, A.; PINTO, S. C.; OLIVEIRA, R. S. (org.). Animais de laboratório: criação e experimentação. Rio de Janeiro: **Editora FIOCRUZ**, 2006.

ANDRADE, E. M.; ARAÚJO, L. F. P.; ROSAL, M. F.; GOMES, R. B.; LOBATO, F. A. O. Fatores determinantes da qualidade das águas superficiais na bacia do Alto Acaraú, Ceará, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, n.6, p.1791-1797, 2007.

ARAÚJO, F. T. M. Estabelecimento de valores de referência para parâmetros hematológicos e bioquímicos e avaliação do perfil imunológico de linhagens de camundongos produzidas nos biotérios do Centro de Pesquisas René Rachou / FIOCRUZ – Minas e do Centro de Criação de Animais de Laboratório / FIOCRUZ. 2012. 157 f. Dissertação (Ciências da Saúde) - **Centro de Pesquisas René Rachou – Fundação FIOCRUZ**, Belo Horizonte, 2012.

ASSIS, A. K. T. The Experimental and Historical Foundations of Electricity, 1ª ed.; **C. Roy Keys Inc.**: Montreal, 2010.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. Water quality for Agriculture. Irrigation and Drainage Paper, n.29, Rev. 1. Rome: **FAO**, 1985. Disponível em: <http://www.fao.org/3/T0234E/T0234E00.htm>. Acesso em: 10 junho 2019.

AYUSO, M.; LANDÍN, M.; GALLEGO, P. P.; BARREAL, M. E. Artificial Intelligence Tools to Better Understand Seed Dormancy and Germination. **INTECH Open Access Publisher**, 2019.

BARBOSA, I. M.; SALES, D. S.; ARREGI, M. U.; RIGOTTO, R. M. Câncer infantojuvenil: relação com os polos de irrigação agrícola no estado do Ceará, Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**. v. 24, n. 4, pp. 1563-1570, 2019.

BARETTA, D.; FERREIRA, C. S.; SOUSA, J. P.; CARDOSO, E. J. B. N. Colêmbolos (Hexapoda: Collembola) como bioindicadores de qualidade do solo em áreas com *Araucaria angustifolia*. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, p. 2693-2699, 2008.

BELESKY, D. P.; FEDDERS, J. M.; WRIGTH, R. J. Short-term bioassay of *Lotus corniculatus* soil acidity tolerance. In: Wright, R.J.; Baligar, V.C.; Murrmann, R.P. Plant-Soil Interactions at Low pH. Developments in Plant and Soil Sciences. **Springer**, v. 45., p.931-938, 1991.

BENTO-SANTOS, A.; SANTOS, J.A.; SILVA, A. I.; NOVAES, L. C. M. G.; FERRAZ-PEREIRA, K. N.; SOUZA, S. L.; LEANDRO, C. V. G.; MANHÃES-DE-CASTRO, R. Critérios para escolha da amostra em experimentos com ratos wistar. **RESBCAL**, São Paulo, v.1 n.1, p. 121-129, 2012.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. Physiology and Biochemistry of Seeds in Relation to Germination: v.2 Viability, Dormancy, and Environmental Control. Nova Iorque: **Springer-Verlag** 1982. 306p.

BIAN, W.; SHI, J.; YIN, X. Nitrogen fixation into water by pulsed high-voltage discharge. **IEEE Transactions on Plasma Science**, v. 37, n.1, p. 211–218. 2009.

BLATT, M. R.; CHAUMONT, F.; FARQUHAR, G. Focus on Water. **Plant physiology**, 164(4), p. 1553–1555. 2014.

BORTOLINI, F.; DALL'AGNOL, M.; SCHIFINO-WITTMANN, M. T.; TREVISAN, M.; VIEIRA, V. M.; SCHEFFER-BASSO, S. M.; MONTARDO, D. P. Caracterizações morfológica e agrônômica e divergência genética em germoplasma de trevo-branco. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1601-1610, 2006.

BOYD, C. E. Water quality: An introduction. **Springer**. p. 357. 2015.

BRANDENBOURGER, M.; DORBOLO, S. Electrically charged droplet: case study of a simple generator. **Canadian Journal of Physics**, v.92 n.10, p. 1203-1207, 2014.

BRASIL. CONCEA - Conselho Nacional De Controle De Experimentação Animal. Resolução Normativa nº 33 de 18/011/2016. Baixa o Capítulo "Procedimentos - Roedores e Lagomorfos mantidos em instalações de instituições de ensino ou pesquisa científica" do Guia Brasileiro de Produção, Manutenção ou Utilização de Animais em Atividades de Ensino ou Pesquisa Científica. **Diário Oficial [da] União**. Brasília, DF, 21 nov 2016.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 2914, 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] União**. Brasília, DF, 14 dez 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399p.

BRITO, R. A. L.; ANDRADE, C. de L. T. de. Qualidade da água na agricultura e no ambiente. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 31, n. 259, p. 50-57, 2010.

BROWN, G. B.; NIVA, C. C.; ZAGATTO, M. R.; FERREIRA, S.; NADOLNY, H.; CARDOSO, G.; SANTOS, A.; MARTINEZ, G.; Pasini, A.; BARTZ, M.; SAUTTER, K. D.; THOMAZINI, M. J.; BARETTA, D.; SILVA, E.; ANTONIOLLI, Z. I.; DECAËNS, THIBAUD; LAVELLE, P.; SOUSA, J.P.; CARVALHO, F. Biodiversidade da fauna do solo e sua contribuição para os serviços ambientais. In: LUCILIA MARIA PARRON; JUNIOR RUIZ GARCIA; EDILSON BATISTA DE OLIVEIRA; GEORGE GARDNER BROWN; RACHEL BARDY PRADO. (Org.). *Serviços Ambientais em Sistemas Agrícolas e Florestais do Bioma Mata Atlântica*. 1ed. Brasília, DF: **EMBRAPA**, v. 1, p. 122-154, 2015.

BROWN, G. G.; DOMÍNGUEZ, J. Uso das minhocas como bioindicadoras ambientais: princípios e práticas. In: ENCONTRO LATINO AMERICANO DE ECOLOGIA E TAXONOMIA DE OLIGOQUETAS, 4., 2010, Curitiba. **Acta Zoológica Mexicana**, v. 26, número especial 2, p. 1-18, 2010.

BURGO, T. A. L.; GALEMBECK, F. Electrified Water: Liquid, Vapor and Aerosol. **J. Braz. Chem. Soc.**, São Paulo, v. 27, n. 2, p. 229-238. 2016.

CABRERA, A.; MIRALLES, S.; SANTOS-JUANES, L. Solar Water Detoxification. In: POLO, J.; MARTÍN-POMARES, L.; SANFILIPPO, A. *Solar Resources Mapping*. Green Energy and Technology. **Springer**, Cham, 2019. p. 341 -351.

CARVALHO, M., EL-DEIR, S.; CORRÊA, M.; CARVALHO, G. Estudo de caso de três espécies de plantas bioindicadoras de solos salinos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.10, n.3, p. 01 - 08. 2015.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. *Sementes: ciência, tecnologia e produção*. Jaboticabal: **Funep**, 2000. 588p.

CASTELLO BRANCO, A. C. S.; DINIZ, M. F. F. M.; ALMEIDA, R. N.; SANTOS, H. B.; OLIVEIRA, K. M.; RAMALHO, J. A.; DANTAS, J. G. Parâmetros Bioquímicos e Hematológicos de Ratos Wistar e Camundongos Swiss do Biotério Professor Thomas George. **Revista Brasileira de Ciências da Saúde**. v. 15, n. 2, p. 209-214, 2011.

CEPPI, F. B. C.; ALVES, D. L. G.; OLIVEIRA, L.S.; KOLB, M. C.; VALE, N. A. P. Restrição hídrica temporal e o padrão de variação de peso em ratos wistar. **Revista Brasileira de Análise do Comportamento.**, v. 10, n.1, p.77-83. 2014.

CHAE, Y.; AN, Y. Current research trends on plastic pollution and ecological impacts on the soil ecosystem: A review. **Environmental Pollution**. v. 240, p. 387-395, 2018.

CHAI, Q.; GAN, Y.; TURNER, N. C.; ZHANG, R. Z.; YANG, C.; NIU, Y.; SIDDIQUE, K. H. M. Water saving innovations in Chinese agriculture. **Advances in Agronomy**, v. 126, p. 149–201, 2014.

CHARLES, J.; SANCEY, B.; MORIN-CRINI, N.; BADOT, P.-M.; DEGIORGI, F.; TRUNFIO, G.; CRINI, G. Evaluation of the phytotoxicity of polycontaminated industrial effluents using the lettuce plant (*Lactuca sativa*) as a bioindicator. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 74, n. 7, p. 2057–2064, 2011.

CHORILLI, M.; MICHELIN, D.C.; SALGADO, H.R.N. Animais de laboratório: o camundongo. **Rev. Ciênc. Farm. Básica Apl.**, v. 28, n. 1, p. 11-23, 2007.

CLASEN, B; LISBÔA, R. M. Ecotoxicological Tests as a Tool to Assess the Quality of the Soil. In: VÁZQUEZ-LUNA, D; CUEVAS-DÍAZ, M. C. Soil Contamination and Alternatives for Sustainable Development: **IntechOpen**, 2019.p.13- 33.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] União**, n. 53, p. 58-63. 2005.

CORCÓVIA, J. A.; CELLIGOI, A. Avaliação preliminar da qualidade da água subterrânea no município de Ibiporã – PR. **Revista de estudos ambientais**, Londrina – PR, v. 14, n.2, p. 36-48, 2012.

CÓRDOVA, U. A.; FLARESSO, J. A. Principais grupos de forrageiras de clima temperado. **Agropecu. Catarin.**, Florianópolis, v. 28, n.1, p.38-43, 2015.

COSTA, P. C; DIDONE, E. B.; SESSO, T. M.; CAÑIZARES, K. A. L.; GOTO, R. Condutividade elétrica da solução nutritiva e produção de alface em hidroponia. **Scientia Agricola**, v. 58, n. 3, p. 595-597, 2001.

DIAS, L.B. Água nas plantas. **Universidade Federal de Lavras**, Lavras-MG, p.53. 2008.

DOBRIN, D.; MAGUREANU, M.; MANDACHE, N.B.; IONITA, M.-D. The effect of non-thermal plasma treatment on wheat germination and early growth. **Innovative Food Sci. Emerg. Technol.** v. 29, p. 255–260, 2015.

DRUGOWICH, M. I.; M. G. D. P. M. D'AURIA. A água na agricultura. Campinas, CATI, p. 44, 2017.

DUARTE, K., L. GOMES, A. DOZZO, F. ROCHA, S. LIRA, E J. DEMARCHI. Qualidade microbiológica da água para consumo animal. **Boletim de Indústria Animal**, v.71, n. 2, p. 135-42, 2014.

DUVOISIN, C. A.; SOUSA, J. P. F. A.; Pscheidt, A.; BARETTA, D.; HORST, D. J.; VIEIRA, R. A.; MOURÃO JR., C. A.; SECCHI, M. A. System electro-neutralizer of agrochemicals contained in food and water samples through electrons trap. **Food Science and Technology**, 2019. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612019005025112&lng=en&nrm=iso>.

DUVOISIN, C. A.; BAGGIO, F. E. Patente do Sistema e Método para Energização de Água e Equipamentos Correspondentes. PCT/BR2016/050154, referência PE0143. **Organização Mundial da Propriedade Intelectual**, 2016.

EGLEY, G. H. Ethylene, Nitrate and Nitrite Interactions in the Promotion of Dark Germination of Common Purslane Seeds. **Annals of Botany**, v. 53, n. 6, p. 833–840, 1984.

EMORDI, E.J.; OGBONNIA, O.S.; OLAYEMI, O.S.; DOZIE-NWANNA, C.; ANYIKA, N.E. preclinical toxicity study of the phytomedicine - bee honey and musa paradisiaca extract- in rodents. **IJHPR - International Journal of Herbs and Pharmacological Research**. v. 3, n. 1, p. 8 -15, 2014.

EREMRENA, P.O.; MENSAH, S.I. Effect of plant growth regulators and nitrogenous compounds on seed germination of pepper (*Capsicum frutescens* check for this species in other resources L). **J. Appl. Sci. Environ. Manage.** v. 20, n. 2, p. 242 – 250, 2016.

ESTEVEZ, F. A. Fundamentos de Limnologia. 3. ed. Rio de Janeiro: **Interciência**. p.826. 2011.

FAIRBROTHER, A.; HOPE, B. TERRESTRIAL ECOTOXICOLOGY. 2ndChapter NA, Wexler, P. (ed.), Encyclopedia of Toxicology. **Elsevier Ireland Limited**, Limerick, Ireland, p.138-142, 2005.

FAO. The future of food and agriculture – Trends and challenges. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**, Rome. 2017a.

FAO. Water for Sustainable Food and Agriculture - A report produced for the G20 Presidency of Germany. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**, Rome. 2017b.

FOX, C.J.S. The effect of five herbicides on the number of certain invertebrate animals in grassland soil. **Canadian Journal of Plant Sciences**, v.44, p.405-409, 1964.

FUNASA - Fundação Nacional de Saúde. Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS. **Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde**, Brasília, 2014.

GARCIA, M. V. Effects of pesticides on soil fauna: development of ecotoxicological test methods for tropical regions. Ecology and Development Series. No. 19. Zentrum für Entwicklungsforschung. **University of Bonn**, Germany, p. 281, 2004.

GARCÍA-GARIZÁBAL, I.; ABRAHAO, R.; CAUSAPÉ, J. El manejo del riego y la contaminación por sales y nitrato: un caso de inundación vs. Aspersión. **Información Técnica Económica Agraria - ITEA**, v. 108 n.4, p.482-500, 2012.

GAO, K.; YU, Y. U.; XIA, Z. T.; YANG, G.; XING, Z. L.; QI, L. T.; LING, L. Z. Response of height, dry matter accumulation and partitioning of oat (*Avena sativa* L.) to planting density and nitrogen in Horqin Sandy Land. **Scientific Reports**. v. 9, n: 7961, 2019.

GETIRANA, A. Extreme Water Deficit in Brazil Detected from Space. Journal Of Hydrometeorology- **American Meteorological Society**., v.17, n. 2, p.591-599, 2016.

GIONFRA, S. Plastic pollution in soil. **iSQAPER – Institute for European Environmental Policy**. 2018.

GOEDE. R. G. M.; BRUSSAARD, L.; AKKERMANS, A. D. L. On-farm impact of cattle slurry manure management on biological soil quality. **NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences**. v. 51, p. 103-133, 2003.

GONZÁLEZ, F. H. D.; SILVA, S. C. Introdução à bioquímica clínica veterinária 3. ed. rev. e ampl. 538p. Porto Alegre: **Editora da UFRGS**, 2017.

GREEN, E. L. Biology of the laboratory mouse. New York: **Dover Publications**. p. 706. 1966.

HARTER, L. S. H; HARTER, F. S.; DEUNER, C.; MENEGHELLO, G. E.; VILLELA, F. A. Salinidade e desempenho fisiológico de sementes e plântulas de mogango. **Horticultura Brasileira**. v. 32, p. 80-85. 2014.

HOLMSTRUP, M. Water relations and drought sensitivity of *Folsomia candida* eggs (Collembola: Isotomidae). **Eur. J. Entomol.**, v.116, p.229-234. 2019.

IANNACONE, O. J.; ALVARINO, F. L. Ecotoxicological Effects of Three Heavy Metals on the Root Growth of Four Vascular Plants. **Agric. Téc., Chillán**, v. 65, n. 2, p. 198-203, 2005.

ICHINOSE, A. M.; MACHADO NETO, J. G.; ZAGATTO, P. A. Acute toxicity for earthworms (*Eisenia fetida*) in agricultural soils, sand, and artsol substrate, in laboratory conditions. **Revista Brasileira de Toxicologia**, v. 9, p. 21-26, 1996.

ISHIGURO, M. Water, solute transport, and interfacial electric phenomena in soils, **Soil Science and Plant Nutrition**, v. 65, n. 3, p. 223-227, 2019.

ISO – INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO10390: **Soil quality – Determination of pH**. Geneva, Switzerland, 2005a. 7p.

ISO – INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO17512-1: **Soil quality: avoidance test for determining the quality of soils and effects of chemicals on behavior - Pt 1: test with earthworms (*Eisenia fetida* and *Eisenia andrei*)**. Genève, Switzerland, 2005b.

ISO – INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO11268-1: **Soil quality - Effects of pollutants on earth-worms (*Eisenia fetida*). pt 1: Determination of acute toxicity using artificial soil substrate**. Genève, Switzerland, 1998. 36p.

ISO – INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO11268-2: **Soil quality - Effects of pollutants on earth-worms (*Eisenia fetida*). pt 2: Method for the determination of effects on reproduction**. Genève, Switzerland, 1998. 36p.

ISO – INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO11267: **Soil Quality - Inhibition of reproduction of Collembola (*Folsomia candida*) by soil pollutants**. Genève, Switzerland, 1999. 20p.

ISO – INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO-16387: **Effects of pullutants on enchytraeidae (*Enchytraeus* sp.): determination of effects on reproduction and survival**. Genève, Switzerland, 2004.

KABATA-PENDIAS, A.; PENDIAS, H. Trace elements in soils and plants. **CRC Press**, EUA. pg. 413. 2001.

KAMIENSKI, C.; SOININEN, J. P.; TAUMBERGER, M.; DANTAS, R.; TOSCANO, A.; CINOTTI, T. S.; MAIA, R. F.; TORRE NETO, A. Smart water management platform: IoT-based precision irrigation for agriculture. **Sensors**, v. 19, n. 2, article 276, 2019.

KAWAMOTO, S. Increase of Dissolved Oxygen in Water by Applying High Electric Field and Its Application to Bio-system. **Proceedings of the International Conference on Biomedical Engineering and Systems**. n. 58. 2014.

KIM, D.; KIM, K. Analysis on plasma chemistry and particle growth in corona discharge process for NO/sub x/ removal using discrete-sectional method. **IEEE Transactions on Plasma Science**, v. 31, n. 2, pp. 227-235, 2003.

KROLOW, D. R. VI.; KROLOW, I. R. C.; RHEINHEIMER, D. S.; MORSELLI, T. B. G. A.; CALEGARI, A. Alteration in soil fauna due to soil management and crop rotation in a long-term experiment. **Scientia Agraria**, v. 18, n. 1, p. 50-63, abr. 2017.

LEE, B. R.; KIM, K. Y.; JUNG, W. J.; AVICE, J. C.; OURRY, A.; KIM, T. H. Peroxidases and lignification in relation to the intensity of water-deficit stress in white clover (*Trifolium repens* L.). **Journal of Experimental Botany**, v. 58, n. 6, p. 1271–1279, 2007.

LELIÈVRE, J.; DUBREUIL, N.; BRISSET, J. L. Electrolysis Processes in D.C. Corona Discharges in Humid Air. **Journal de Physique III**, EDP Sciences, v. 5, n. 4, p. 447-457, 1995.

LI, W.; LIU, X.; AJMAL KHAN, M.; YAMAGUCHI, S. The effect of plant growth regulators, nitric oxide, nitrate, nitrite and light on the germination of dimorphic seeds of *Suaeda salsa* under saline conditions. **J Plant Res.** v. 118, p. 207–214, 2005.

LIMA, F. E. G. Perfil bioquímico e hematológico de ratos e camundongos do biotério central da universidade federal do ceará. 76 f. Dissertação (Farmacologia Clínica) – **Universidade Federal do Ceará**, Fortaleza, 2018.

LIMA, R. S.; TONUCCI, M. C.; LIBÂNIO, M.; AQUINO, S. F. Fármacos e desreguladores endócrinos em águas brasileiras: ocorrência e técnicas de remoção. **Eng. Sanit. Ambient.** v.22, n.6, pp.1043-1054. 2017.

LUKES, P.; CLUPEK, M.; BABICKY, V.; SIMEK, M.; TOTHOVA, I.; JANDA, V.; MOUCHA, T.; KORDAC, M. Role of solution conductivity in the electron impact dissociation of H₂O induced by plasma processes in the pulsed corona discharge in water. **HAKONE XI**, 11th international symposium on high pressure, low temperature plasma chemistry, contributed papers, 2008.

LYU, J.; PARK, J.; KUMAR PANDEY, L.; CHOI, S.; LEE, H.; DE SAEGER, J.; DEPUYDT, S.; HAN, T. Testing the toxicity of metals, phenol, effluents, and receiving waters by root elongation in *Lactuca sativa* L. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 149, p.225–232, 2018.

MACCARI, A. P., BARETTA, D., PAIANO, D., LESTON, S., FREITAS, A., RAMOS, F., SOUSA, J. P; KLAUBERG-FILHO, O. Ecotoxicological effects of pig manure on *Folsomia candida* in subtropical Brazilian soils. **Journal of Hazardous Materials**, v.314, p.113–120. 2016.

MACHADO, D.; LUSTOSA, S. B. C.; BALDISSERA, T. C.; TUROK, J. D. N.; MACHADO, M.; WATZLAWICK, L. F; MENDONÇA, C. G.; PELISSARI, A.

Seletividade de herbicidas em trevo-branco no estágio fenológico de expansão do primeiro trifólio. **Ciência Rural**, v. 43, n. 12, p. 2132–2138, 2013.

MARQUES, A. C. R.; OLIVEIRA, L. B.; NICOLOSO, F. T.; JACQUES, R. J. S.; GIACOMINI, S. J.; QUADROS, F. L. F. de. Biological nitrogen fixation in C4 grasses of different growth strategies of South America natural grasslands. **Applied Soil Ecology**, n. 113, p. 54–62, 2017.

MARRS, R. H., FROST, A. J., & PLANT, R. A. Effects of herbicide spray drift on selected species of nature conservation interest: The effects of plant age and surrounding vegetation structure. **Environmental Pollution**, v. 69, p. 223–235, 1991.

MATIDA, E. T.; ZANCANARO, A. E.; RESTEL, T. I.; et al. Determinação de parâmetros bioquímicos e hematológicos em camundongos (*Mus musculus*) do biotério central da UFMS. **RESBCAL: Revista da Sociedade Brasileira de Ciência em Animais de Laboratório.**, São Paulo, v. 3, n. 1, p. 30-35, 2015.

MATSUMOTO, K.; TOYA Y.; SHIMASAKI S.; TANIGUCHI S. Electrification of Droplet by Applying High-Voltage for Spherical Silicon Solar Cell. 8th International Conference on Electromagnetic **Processing of Materials**, Cannes, France, 2015.

MILJKOVIC, N.; PRESTON, D. J.; ENRIGHT, R.; WANG, E. N. Electrostatic charging of jumping droplets. **Nature Communications**. v. 4, n.: 2517, 2013.

MITRA, A.; LI, Y.-F.; KLAMPFL, T.G.; SHIMIZU, T.; JEON, J.; MORFILL, G.E.; ZIMMERMANN, J.L. Inactivation of surface-borne microorganisms and increased germination of seed specimen by cold atmospheric plasma. **Food Bioprocess Technol.** v.7, p. 645–653, 2013.

NIEMEYER, J. C.; MEDICI, L. O.; CORREA, B.; GODOY, D.; RIBEIRO, G.; FERREIRA LIMA, S. DE O.; SANTO, F. B.; CARVALHO, D. F. DE. Treated produced water in irrigation: Effects on soil fauna and aquatic organisms. **Chemosphere**, v. 240, 2020.

NIEMEYER, J. C.; CARNIEL, L. S. C.; DE SANTO, F. B.; SILVA, M.; KLAUBERG-FILHO, O. Boric acid as reference substance for ecotoxicity tests in tropical artificial soil. **Ecotoxicology**, v. 27, n. 4, p. 395–401, 2018.

NIVA, C. C.; NIEMEYER, J. C.; JÚNIOR, F. M. R. D. S.; NUNES, M. E. T.; DE SOUSA, D. L.; ARAGÃO, C. W. S.; SAUTTER, K. T.; ESPINDOLA, E. G.; SOUZA, J. P.; RÖMBKE, J. Soil ecotoxicology in Brazil is taking its course. **Environmental Science and Pollution Research**, v.23, n.11, p.11363–11378, 2016.

NIVA, C. C.; RÖMBKE, J.; SCHMELZ, R.; BROWN, G.G. Enquitreídeos (Enchytraeidae, Oligochaeta, Annelida). In MOREIRA, F. M. S.; HUISING, E. J.; BIGNELL, D. E. (Org), Manual de biologia dos solos tropicais: amostragem e caracterização da biodiversidade. **UFLA**, Lavras, Brazil: p. 351-365, 2010.

OECD. Agriculture and Water. Agriculture Policy Note. **Organization for economic co-operation and development**. 2018.

OECD. Guidelines for the Testing of Chemicals No. 207. Earthworm, Acute toxicity tests. **Organisation for Economic Co-operation and Development**, Paris, 1984.

OECD. Test No. 208: Terrestrial Plant Test: Seedling Emergence and Seedling Growth Test, OECD Guidelines for the Testing of Chemicals, Section 2, **OECD Publishing**, Paris, 2006.

OEHMIGEN, K.; HÄHNEL, M.; BRANDENBURG, R.; WILKE, C.; WELTMANN, K. D.; VON WOEDTKE, T. The role of acidification for antimicrobial activity of atmospheric pressure plasma in liquids. **Plasma Processes and Polymers**, v. 7, n.3, p. 250–257. 2010.

OLIVEIRA FILHO, L. C. I.; SEGAT, J. C.; BARETTA, D.; KLAUBERG-FILHO, O. Ecotoxicologia Terrestre: Métodos e Aplicações de Ensaio com Collembola e Isopoda. Florianópolis: **Editora UDESC**. p. 200, 2018.

OLIVEIRA FILHO, L. C. I.; BARETTA, D. Por que devemos nos importar com os colêmbolos edáficos? **Scientia agraria**, v. 17, n. 2, p. 21-40, 2016.

OLIVEIRA FILHO, L. C. I.; BARETTA, D.; ZORTÉA, T.; CASAROTTO, K.; DORS, P.; CAMPOS, M. L.; PIRES SANTOS, J. C. Avaliação Ecotoxicológica do Resíduo de Mineração de Carvão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, n. 6, p. 1806 – 1813, 2015.

OHTA, T. Plasma in Agriculture. In Cold Plasma in Food and Agriculture: Fundamentals and Applications. **Elsevier**. p. 205–221, 2016.

PALHARES, J. C. P. Produção animal e recursos hídricos: tecnologias para manejo de resíduos e uso eficiente dos insumos. **Embrapa**. p. 210, 2019.

PALHARES, J. C. P. Consumo de água na produção animal. Comunicado técnico - **Embrapa pecuária Sudeste**. 2013.

PARK, D. P.; DAVIS, K.; GILANI, S.; ALONZO, C.-A.; DOBRYNIN, D.; FRIEDMAN, G., FRIEDMAN, A.; RABINOVICH, A.; FRIDMAN, G. Reactive nitrogen species produced in water by non-equilibrium plasma increase plant growth rate and nutritional yield. **Current Applied Physics**, v. 13, p. 19 - 29. 2013.

PAYNE, R. J.; THOMPSON, A. M.; STANDEN, V.; FIELD, C. D.; CAPORN, S. J. M. Impact of simulated nitrogen pollution on heathland microfauna, mesofauna and plants. **European Journal of Soil Biology**, v. 49, p. 73–79, 2012.

PEDÓ, I; SGARBIERI, V. C. Caracterização química de cultivares de aveia (*Avena sativa* L.). **Ciênc. Tecnol. Aliment.** v. 17, n. 2, p. 78 – 83. 1997.

PEETHAMBARAN, B.; HAN, J.; KERMALLI, K.; JIAXING, J.; FRIDMAN, G.; BALSAMO, R.; FRIDMAN, A.; MILLER, V. Nonthermal Plasma Reduces Water Consumption While Accelerating Arabidopsis thaliana Growth and Fecundity. **Plasma Medicine**, v. 5, n. 2, p. 87–98. 2015.

PEREIRA, E. R.; PATERNIANI, J. E. S.; DEMARCHI, J. J. A. A. A importância da qualidade da água de dessedentação animal. **BioEng**, Campinas, v. 3 n. 3, p. 227-235, 2009.

PIMENTEL, C. A relação da planta com a água. Seropédica, RJ: **Edur**, p. 192. 2004.

PRENDERGAST-MILLER, M. T.; STANDEN, V.; LEITH, I. D.; SHEPPARD, L. J. Response of enchytraeid worm populations to different forms of nitrogen (ammonia, ammonium, and nitrate) deposition. **Soil Organisms**, v. 81, n.2, p. 225-236, 2009.

PUAČ, N.; GHERARDI, M.; SHIRATANI, M. Plasma agriculture: A rapidly emerging field. **Plasma processes and Polymers**, v.15, n. 2. 2018

QASEM, J. R. Weed Seed Dormancy: The Ecophysiology and Survival Strategies. **INTECH Open Access Publisher**, 2019.

RESENDE, A. V. de. Agricultura e qualidade da água: contaminação da água por nitrato. Planaltina: **Embrapa Cerrados**, 2002.

RICHARDSON, D. R.; SNYDER, B. A.; HENDRIX, P. F. Soil Moisture and Temperature: Tolerances and Optima for a Non-Native Earthworm Species, *Amyntas agrestis* (Oligochaeta: Opisthopora: Megascolecidae). **Southeastern Naturalist**, v.8, n. 2, p.325-334. 2009.

ROBERTS, E. H. Dormancy: a factor affecting seed survival in the soil. In: ROBERTS, E.H. (Ed.). Viability of seeds. Syracuse: **Syracuse University Press**, 1972. p.321-359.

RODELL, M; FAMIGLIETTI, J. S.; WIESE, D. N.; REAGER, J. T.; BEAUDOING, H. K.; LANDERER, F. W.; LO, M.-H. Emerging trends in global freshwater availability. **Nature** v.557, p 651–659, 2018.

RYCHTER, P.; KOT, M.; BAJER, K.; ROGACZ, D.; ŠIŠKOVÁ, A.; KAPUŠNIAK, J. Utilization of starch films plasticized with urea as fertilizer for improvement of plant growth. **Carbohydrate Polymers**, v. 137, p. 127–138, 2016.

SANDERSON, K.; BARICCATTI, R. A.; PRIMIERI, C.; VIANA, O. H.; VIECELLI, C. A.; BLEIL JUNIOR, H. G. Allelopathic influence of the aqueous extract of jatropha on lettuce (*Lactuca sativa* var. Grand Rapids) germination and development. **Journal of Food, Agriculture & Environment**, v.11, n.1, p. 641-643. 2013.

SANTOS, C. M. A.; GONÇALVES, A. C. R; CINTRA, A. C; SILVA, L. A.; ROSSI, A.; OLIVEIRA, H. P.; ALVES, V. A. Processo de reciclagem química de PET em meio

alcalino: efeito da concentração do íon hidróxido, da cor do PET e do tempo de reação. **Matéria (Rio J.)**, vol.23, n.4, 2018.

SANTOS, E. W.; OLIVEIRA, D. C.; HASTREITER, A.; SILVA, G. B.; BELTRAN, J. S. O.; TSUJITA, M.; CRISMA, A. R.; NEVES, S.M. P.; FOCK, R. A.; BORELLI, P. Hematological and biochemical reference values for C57BL/6, Swiss Webster and BALB/c mice. **Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.**, São Paulo, v. 53, n. 2, p. 138-145, 2016.

SANTOS, L. P.; DUCATI, T. R. D.; BALESTRIN, L. B. S.; GALEMBECK, F. Water with Excess Electric Charge. **The Journal of Physical Chemistry**. 2011.

SCHWEIKLE, V. The Importance of the Polarity of Water and the Electrical Charge of Soil Upon the Flow of Water in Soil. Quality of Groundwater, **International Symposium, Noordwijkerhout**, p. 767–772. 1981.

SEGAT, J. C. Avaliação ecotoxicológica da aplicação de dejetos líquidos de suínos em solos subtropicais. 2016. 321 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – **Universidade do Estado de Santa Catarina**, Lages (SC), 2016.

SILVA, M. N. Hematologia veterinária: produção de material didático. Ed 1. **EditAedi**. P. 116, 2017.

SILVA JUNIOR, A. C.; GONCALVES, C. G.; QUEIROZ, J. R. G.; MARTINS, D. Evaluation of leaching potential of tebutiuron using bioindicator plants. **Arq. Inst. Biol.** v.85, 2018.

SILVA-SANTANA, G.; AGUIAR-ALVES, F.; SILVA, L.E.; BARRETO, M.L.; SILVA, J.F.R.; GONÇALVES, A.; MATTOS-GUARALDI, A.L.; LENZI-ALMEIDA, K.C. Compared Anatomy and Histology between *Mus musculus* Mice (Swiss) and *Rattus norvegicus* Rats (Wistar). **Preprints**, 2019.

SINGH, A.; AGRAWAL, M. Acid rain and its ecological consequences. **Journal of Environmental Biology**. v. 29, n.1, p. 15-24, 2008.

SOSTER, M. T. B.; SCHEFFER-BASSO, S. M.; DALL'AGNOL, M.; BRUSTOLIN, R.; FONTANELI, R. S. Caracterização Agronômica de Genótipos de Cornichão (*Lotus corniculatus* L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1662-1671, 2004.

STATSOFT, Inc., **STATISTICA (Data analysis software system)**. Version 7. Disponível em: www.statsoft.com, 2004.

STEDUTO, P.; HSIAO, T. C.; FERERES, E.; RAES, D. Crop yield response to water. **Irrigation And Drainage Paper**, n.66, Rome: FAO, 2012. Disponível em: <http://www.posmet.ufv.br/wp-content/uploads/2016/09/MET-475-Steduto-et-al-Crop-yield.pdf>. Acesso em: 10 junho 2019.

TEN BOSCH, L.; KÖHLER, R.; ORTMANN, R.; WIENEKE, S.; VIÖL, W. Insecticidal Effects of Plasma Treated Water. **International Journal of Environmental Research and Public Health**. v. 14, n. (12):1460. 2017.

TEREKHOVA, V.A. Soil Bioassay: Problems and Approaches. **Eurasian Soil Science**, v.44, n.2, p.173-179, 2011.

THOMSON, W. On a Self-Acting Apparatus for Multiplying and Maintaining Electric Charges, with Applications to Illustrate the Voltaic Theory. **Proceedings of the Royal Society of London**, v.16, p.67-72, 1867.

TOMANARI, G. Y.; PINE, A. S.; SILVA, M. T. A. Ratos wistar sob regimes rotineiros de restrição hídrica e alimentar. **Rev. bras. ter. comport. cogn.**, São Paulo , v.5, n.1, p.57-71, 2003.

TOMASI, T.; ZORTÉA, T.; REIS, T. R.; LOPES, L. Q. S.; BALDISSERA, M. D.; SANTOS, R. C. V.; BARETTA, D.; STEFANI, L. M.; SILVA, A. S. Insecticidal Action of Glycerol Monolaurate against the Lesser Mealworm (*Alphitobius diaperinus*) and its Ecotoxicological Effect on *Enchytraeus crypticus*. **Acta Scientiae Veterinariae**. v. 46, n. 1581, 2018.

TORRES, N. H.; AMÉRICO, J. H. P.; FERREIRA, L. F. R.; NAZATO, C.; MARANHO, L. A.; VILCA, F. Z.; TORNISIELO, V. L. Fármacos no ambiente – Revisão. **REA – Revista de estudos ambientais**. v.14, n. 4, p. 67-75, 2012.

THRALL, M. A.; WEISER, G.; ALLISON, R. W.; CAMPBELL, T. W. Hematologia e Bioquímica Clínica Veterinária. 2. ed. Rio de Janeiro: **Guanabara Koogan**, 2015.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. Recursos hídricos no século XXI. **Editora de textos**. p. 328, 2011.

UCKER, F. E.; LIMA, P. B. S. O.; CAMARGO, M. F.; PENA, D. S.; CARDOSO, C. F.; PÊGO, A. W. E. Elementos interferentes na qualidade da água para irrigação. **Rev. Elet. em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**. v. 10, n. 10, p. 2102-2111, 2013.

UNESCO. International Initiative on Water Quality. **United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization**, France, 2015.

UNIVERSITY OF TEXAS HEALTH SCIENCE CENTER. **ImageTool 3.0**. San Antonio, 2002.

VALDÉS-CORRECHER, E.; SITTERS, J.; WASSEN, M.; BRION, N.; OLDE VENTERINK, H. Herbivore dung quality affects plant community diversity. **Scientific Reports**, v.9, n.1, 2019.

VAMPRE, T. M.; FUCCILLO, R.; ANDREA, M. M. de. Oligoqueta *Eisenia andrei* como bioindicador de contaminação de solo por hexaclorobenzeno. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, Viçosa, v. 34, n. 1, p. 59-66, 2010.

VAN DEN BRINK, P. J.; BLAKE, N.; BROCK, T. C.; MALTBY, L. Predictive value of species sensitivity distributions for effects of herbicides in freshwater ecosystems. **Human and Ecological Risk Assessment**. v. 12, n. 4, p. 645-674, 2006.

VAN GESTEL, C. A. M. Soil ecotoxicology: state of the art and future directions. **ZooKeys**, v.176, p.275-296, 2012.

VAN GESTEL, C. A. M.; LÉON, C. D.; VAN STRAALLEN, N. M. Evaluation of soil fauna ecotoxicity tests regarding their use in risk assessment. In: Tarradellas J, Bitton G, Rossel D (Eds). **Soil Ecotoxicology**. CRC Press, Inc., Boca Raton. p.291-317, 1997.

VAN NGUYEN, D.; HO, P. Q.; VAN PHAM, T.; VAN NGUYEN, T.; KIM, L. Treatment of surface water using cold plasma for domestic water supply. **Environmental Engineering Research**. v. 24, n. 3, p. 412-417. 2018.

VANAGS, M.; BAJARS, G.; KLEPERIS, J. Water electrolysis with inductive voltage pulses. **INTECH Open Access Publisher**, 2012.

VANHÉE, B; DEVIGNE, C. Differences in collembola species assemblages (Arthropoda) between spoil tips and surrounding environments are dependent on vegetation development. **Nature: Scientific Reports**. v.8, n.18067, 2018.

VIOLLEAU, F.; HADJEBA, K.; ALBET, J.; CAZALIS, R.; SUREL, O. Effect of oxidative treatment on corn seed germination kinetics. **Ozone Sci. Eng.** v. 30, p. 418–422, 2008.

WAKELIN, S.; MACLEAN, P.; CAVE, V.; ZHOU, J.; GRELETT, G.; WHITEHEAD, D. Characterising the soil ecosystem phenotype associated with relatively low nitrate-N concentrations. **Applied Soil Ecology**. v. 142, p. 189-198. 2019.

WOLF, M.; BARETTA, D.; BECEGATO, V. A.; ALMEIDA, V. DE C.; PAULINO, A. T. Copper/Zinc Bioaccumulation and the Effect of Phytotoxicity on the Growth of Lettuce (*Lactuca sativa* L.) in Non-contaminated, Metal-Contaminated and Swine Manure-Enriched Soils. **Water, Air, & Soil Pollution**, v. 228, n. 152, p. 1-9, 2017.

ZAFAR, T.; NAIK, A. Q.; SHRIVASTAVA, V. K. Effect of cold stress on infanticide by female Swiss albino mice *Mus musculus*: a pilot study. **Journal of Animal Science and Technology**, v.60, n.1, 2018.

ZAGATTO, P.A. Ecotoxicologia. In: Zagatto, P.A.; Bertolotti, E. Ecotoxicologia aquática: princípios e aplicações. **Rima**, São Carlos, SP. p. 1-12, 2006.

ZORTÉA, T.; TESTA, M.; DA SILVA, A. W. L.; BARETTA, D. Avaliação da toxicidade do cobre em dois solos naturais com diferentes faixas de pH – Uma abordagem com plantas e organismos edáficos. **Scientia Agraria**, v. 17, n. 1, out. 2016.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Aprovação da Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade do Estado de Santa Catarina (CEUA/UDESC).



**Comissão de Ética no
Uso de Animais**

CERTIFICADO

Certificamos que a proposta intitulada "Avaliação de fontes diferentes de água no desempenho de plantas e no meio ambiente.", protocolada sob o CEUA nº 4959130319 (ID 001030), sob a responsabilidade de **Dilmar Baretta e equipe; Aleksandro Schafer da Silva** - que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica ou ensino - está de acordo com os preceitos da Lei 11.794 de 8 de outubro de 2008, com o Decreto 6.899 de 15 de julho de 2009, bem como com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi **aprovada** pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade do Estado de Santa Catarina (CEUA/UDESC) na reunião de 13/09/2019.

We certify that the proposal "Evaluation of different sources of water in plant performance and in the environment.", utilizing 54 Knockout mice (males and females), protocol number CEUA 4959130319 (ID 001030), under the responsibility of **Dilmar Baretta and team; Aleksandro Schafer da Silva** - which involves the production, maintenance and/or use of animals belonging to the phylum Chordata, subphylum Vertebrata (except human beings), for scientific research purposes or teaching - is in accordance with Law 11.794 of October 8, 2008, Decree 6899 of July 15, 2009, as well as with the rules issued by the National Council for Control of Animal Experimentation (CONCEA), and was **approved** by the Ethic Committee on Animal Use of the University of Santa Catarina State (CEUA/UDESC) in the meeting of 09/13/2019.

Finalidade da Proposta: [Pesquisa \(Acadêmica\)](#)

Vigência da Proposta: de [04/2019](#) a [07/2019](#) Área: [Zootecnia](#)

Origem: [Animais provenientes de estabelecimentos comerciais](#)

Espécie: [Camundongos Knockout](#) sexo: [Machos e Fêmeas](#) idade: [0 a 15 dias](#) N: [54](#)

Linhagem: [Comercial](#) Peso: [80 a 150 g](#)

Local do experimento: Laboratório de Anatomia e Fisiologia da UDESC-Oeste, no qual encontra-se a sala de experimentação e que possui credenciamento no CIUCA.

Lages, 16 de setembro de 2019

Ubirajara Maciel da Costa
Coordenador da Comissão de Ética no Uso de Animais
Universidade do Estado de Santa Catarina

em aberto
Vice-Coordenador da Comissão de Ética no Uso de Animais
Universidade do Estado de Santa Catarina

APÊNDICE B – Emenda da aprovação da Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade do Estado de Santa Catarina (CEUA/UDESC).



**Comissão de Ética no
Uso de Animais**

Lages, 11 de outubro de 2019
CEUA N [4959130319](#)

Ilmo(a). Sr(a).
Responsável: Dilmar Baretta
Área: Zootecnia

Título da proposta: "Avaliação de fontes diferentes de água no desempenho de plantas e no meio ambiente."

Parecer Consubstanciado da Comissão de Ética no Uso de Animais UDESC (ID 000623)

A Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade do Estado de Santa Catarina, no cumprimento das suas atribuições, analisou e **APROVOU** a Emenda (versão de 30/setembro/2019) da proposta acima referenciada.

Resumo apresentado pelo pesquisador: "A presente emenda tem por objetivo solicitar alteração do prazo de vigência do projeto, especificar a espécie de camundongos e o peso dos animais a serem utilizados, conforme descrito e justificado no documento em anexo."

Comentário da CEUA: "Todas as solicitações da diligência foram atendidas".

Ubirajara Maciel da Costa
Coordenador da Comissão de Ética no Uso de Animais
Universidade do Estado de Santa Catarina

em aberto
Vice-Coordenador da Comissão de Ética no Uso de Animais
Universidade do Estado de Santa Catarina

APÊNDICE C – Anexo da emenda da Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade do Estado de Santa Catarina (CEUA/UDESC).

EMENDA PROJETO CEUA Nº 4959130319

O presente documento tem por objetivo solicitar alterações para a realização do projeto intitulado “Avaliação de fontes diferentes de água no desempenho de plantas e no meio ambiente” registrado sob o número CEUA 4959130319.

As alterações necessárias são referentes:

- Ao cronograma de estudo: Inicialmente a previsão de realização era com início previsto para: 04/2019 com término previsto para: 07/2019. Desta forma solicitamos a alteração de prazo para início em 11/2019 e término para 02/2019, uma vez que a aprovação final do projeto ocorreu na última reunião (13/09/2019) e assim excedeu o prazo inicialmente solicitado.

- A espécie utilizada: O fornecedor comercial dos camundongos, Centro de Bioterismo da UNOCHAPECÓ/Chapecó/SC, tem a disponibilidade de camundongos da espécie *Mus musculus* desta forma, solicitamos a alteração da espécie inicialmente proposta *Camundongos Knockout*.

- A idade e peso dos animais: Solicitamos a utilização dos animais com idade entre 50 e 60 dias com peso entre 80 e 150 gramas, porém o Centro de Bioterismo da UNOCHAPECÓ/Chapecó/SC nos informou que nessa idade a faixa de peso da espécie disponível é de 40 a 50 gramas. Portanto, solicitamos alteração da faixa de peso dos organismos que serão utilizados.

Sendo o que se apresentava para o momento, subscrevo respeitosamente e coloco-me à disposição.