

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA – UDESC**

**CENTRO DE CIÊNCIAS AGROVETERINÁRIAS – CAV**

**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS**

**MAYARA ALVES LOPES**

**GERMINAÇÃO DE PLANTAS DE ADUBAÇÃO VERDE EM SOLOS  
CONTAMINADOS COM CINZAS PROVENIENTES DA QUEIMA DE RESÍDUOS  
DOMÉSTICOS E ELETRÔNICOS**

**LAGES**

**2021**

**MAYARA ALVES LOPES**

**GERMINAÇÃO DE PLANTAS DE ADUBAÇÃO VERDE EM SOLOS  
CONTAMINADOS COM CINZAS PROVENIENTES DA QUEIMA DE RESÍDUOS  
DOMÉSTICOS E ELETRÔNICOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais, da universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais, área de concentração em Gestão, Monitoramento e Controle Ambiental.

Orientadora: Prof. Dra. Mari Lucia Campos

Coorientador: Prof. Dr. David Jose Miquelluti

**LAGES**

**2021**

**MAYARA ALVES LOPES**

**GERMINAÇÃO DE PLANTAS DE ADUBAÇÃO VERDE EM SOLOS  
CONTAMINADOS COM CINZAS PROVENIENTES DA QUEIMA DE RESÍDUOS  
DOMÉSTICOS E ELETRÔNICOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais, da universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais, área de concentração em Gestão, Monitoramento e Controle Ambiental.

Orientadora: Prof. Dra. Mari Lucia Campos

Coorientador: Prof. Dr. David José Miquelutti

**BANCA EXAMINADORA**

Professora Dra. Mari Lucia Campos

Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC

Membros:

Prof. Dra. Ariane Andreola

Centro Universitário Unifacvest

Prof. Dra. Genicelli Mafra Ribeiro

Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC

**Lages, 26 de fevereiro de 2021.**

## RESUMO

Ainda é muito recente a discussão sobre a disposição dos resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos (REEE) no Brasil, visto que a PNRS foi promulgada em 2010, porém teve sua implementação definitiva apenas em 2014. Os resíduos de equipamentos eletrônicos contêm componentes perigosos, como elementos-traço (Pb, Sb, As, Cd, Ni, Hg e Cr), plásticos e bifenilas policlorados (PCB), que em contato com o solo podem trazer grandes problemas ambientais. A contaminação do solo por elementos-traço não é apenas preocupante pela questão ambiental diretamente, mas também pelo seu potencial de bioacumulação nos seres humanos por meio da cadeia alimentar, representando assim um risco à saúde da população. Uma das formas de se avaliar se há contaminação de ETs no meio ambiente, é por meio de testes ecotoxicológicos, o qual consiste em expor organismos, representativos do ambiente, a várias concentrações da substância potencialmente tóxica a ser testada, por um tempo determinado. Algumas espécies de plantas vêm sendo utilizadas como sensores para a detecção de ecotoxicidade do solo, através de testes de germinação de sementes e de crescimento das plantas pode-se saber se há ou não a presença de metais pesados no solo estudado. Para a remediação dos solos as técnicas de fitorremediação tem alcançado uma maior consideração devido ao seu baixo valor de implementação e dos seus benefícios ecológicos. Considerando o exposto o presente estudo teve como objetivo avaliar a germinação (emissão de plântulas normais) de Feijão Mucuna (*Mucuna pruriens*) e Feijão de Porco (*Canavalia ensiformis*) em solo com altos teores de Zn proveniente da contaminação pela queima clandestina de lixo doméstico e eletrônico. O experimento foi realizado em casa de vegetação localizada no campus da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), no município de Lages-SC. Foram coletados amostra de solo contaminado com cinza proveniente da queima de resíduos (SCC) e de solo não contaminado (SNC), no município de Lages-SC, na profundidade de 0-5 cm. A caracterização agrônômica das amostras foi realizado pelo Laboratório de Análise Química do Solo – LASQ do CAV-UDESC. Os teores de As, Ca, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Si, Sr e Zn foram determinados em Zn em espectrometria de fluorescência de raios X (EDX). A instalação das unidades experimentais seguiu o delineamento inteiramente casualizado composto por 5 tratamentos e 4 repetições, com cultivo de 2 espécies de feijão (*Mucuna pruriens* e *Canavalia ensiformis*). Foram preparadas 40 unidades experimentais em vasos com capacidade de 1 L, utilizando 900 g para cada vaso. As unidades experimentais utilizadas foram: T1 – SNC (testemunha), T2 – 75% de SNC + 25% de SCC, T3 – 50% de SNC + 50% SCC, T4 – 25% SNC + 75% SCC e T5 – 100% SCC. Durante o período de 21 dias foi realizado o monitoramento da umidade dos vasos e da emergência de plântulas das sementes (emissão da parte aérea). Após os 21 dias foi avaliado o índice SPAD das folhas, altura da parte aérea (APA), peso fresco (PF) e peso seco (PS). Os elementos traço que apresentaram as maiores diferenças dos teores analisados para o SNC e SCC foram o Cu e o Zn, sendo que o teor de Zn foi 196 vezes superior ao valor de intervenção estabelecido pela resolução CONAMA 420/2009. Ocorreu emissão da parte aérea do feijão mucuna nos tratamentos 25 e 50% de SCC e de feijão de porco no tratamento 25% SCC, porém não houve emissão de raízes para ambas as espécies. Na presença de 1578 mg kg<sup>-1</sup> de Zn (tratamento 25% SCC) não ocorre emissão de raiz, ou seja, ocorre ausência de emergência de plântulas normais.

**Palavras-chave:** Resíduos Sólidos. Resíduos Eletrônicos. Contaminação do Solo. Elementos-Traço.

## ABSTRAT

The discussion on the disposal of waste electrical and electronic equipment (WEEE) in Brazil is still very recent, since the PNRS was enacted in 2010, but had its final implementation only in 2014. Waste electronic equipment contains hazardous components, such as trace elements (Pb, Sb, As, Cd, Ni, Hg and Cr), plastics and polychlorinated biphenyls (PCBs), which in contact with the soil can cause major environmental problems. The contamination of the soil by trace elements is not only of concern for the environmental issue directly, but also for its potential for bioaccumulation in humans through the food chain, thus representing a risk to the health of the population. One of the ways to assess whether there is contamination of ETs in the environment, is through ecotoxicological tests, which consists of exposing organisms, representative of the environment, to various concentrations of the potentially toxic substance to be tested, for a determined time. Some plant species have been used as sensors for the detection of soil ecotoxicity, through tests of seed germination and plant growth, it is possible to know whether or not there is the presence of heavy metals in the studied soil. For soil remediation, phytoremediation techniques have achieved greater consideration due to their low implementation value and ecological benefits. Considering the above, the present study aimed to evaluate the germination (emission of normal seedlings) of *Mucuna pruriens* and Pork beans (*Canavalia ensiformis*) in soil with high levels of Zn from contamination by clandestine burning of household waste and electronic. The experiment was carried out in a greenhouse located on the campus of the State University of Santa Catarina (UDESC), in the municipality of Lages-SC. Samples of soil contaminated with ash from the burning of residues (SCC) and non-contaminated soil (SNC) were collected in the municipality of Lages-SC, at a depth of 0-5 cm. The agronomic characterization of the samples was carried out by the Laboratory of Chemical Analysis of the Soil - LASQ of the CAV-UDESC. The contents of As, Ca, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Si, Sr and Zn were determined in Zn using X-ray fluorescence spectrometry (EDX). The installation of the experimental units followed a completely randomized design consisting of 5 treatments and 4 repetitions, with the cultivation of 2 species of beans (*Mucuna pruriens* and *Canavalia ensiformis*). 40 experimental units were prepared in pots with a capacity of 1 L, using 900 g for each pot. The experimental units used were: T1 - SNC (control), T2 - 75% SNC + 25% SCC, T3 - 50% SNC + 50% SCC, T4 - 25% SNC + 75% SCC and T5 - 100% SCC. During the period of 21 days, the monitoring of the humidity of the pots and the emergence of seedlings of the seeds (emission of the aerial part) was carried out. After 21 days, the leaf SPAD index, shoot height (APA), fresh weight (PF) and dry weight (PS) were evaluated. The trace elements that showed the greatest differences in the levels analyzed for the SNC and SCC were Cu and Zn, and the Zn content was 196 times higher than the intervention value established by the CONAMA resolution 420/2009. There was emission of the aerial part of the mucuna bean in treatments 25 and 50% of SCC and of pork beans in the treatment 25% SCC, however there was no emission of roots for both species. In the presence of 1578 mg kg<sup>-1</sup> of Zn (25% SCC treatment) there is no root emission, that is, there is no emergence of normal seedlings.

**Keywords:** Solid waste. Electronic waste. Ground contamination. Trace elements.