

**ALEXANDRA CRISTINA SCHATZ SÁ**

**ASPECTOS MORFOLÓGICOS, FISIOLÓGICOS E BIOQUÍMICOS EM MUDAS DE  
*Eucalyptus spp.* APÓS INDUÇÃO DE ESTRESSES AMBIENTAIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal, do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Florestal.

Orientadora: Dra. Luciana Magda de Oliveira  
Coorientador: Dr. Ezequiel Gasparin

**LAGES, SC  
2020**

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

Sá, Alexandra Cristina Schatz  
Aspectos morfológicos, fisiológicos e bioquímicos em mudas de Eucalyptus spp. após indução de estresses ambientais / Alexandra Cristina Schatz Sá. -- 2020.  
51 p.

Orientadora: Luciana Magda de Oliveira  
Coorientador: Ezequiel Gasparin  
Dissertação (mestrado) -- Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Lages, 2020.

1. Deficiência hídrica. 2. Baixa temperatura. 3. Tolerância cruzada. I. Oliveira, Luciana Magda de. II. Gasparin, Ezequiel. III. Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. IV. Título.

**ALEXANDRA CRISTINA SCHATZ SÁ**

**ASPECTOS MORFOLÓGICOS, FISIOLÓGICOS E BIOQUÍMICOS EM MUDAS DE  
*Eucalyptus spp.* APÓS INDUÇÃO DE ESTRESSES AMBIENTAIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Florestal.

**Banca Examinadora**

Orientadora:

---

Profª. Drª Luciana Magda de Oliveira  
Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC

Membros:

---

Profª. Drª Maria Benta Cassetari Rodrigues  
Centro Universitário FACVEST - UNIFACVEST

---

Profª. Drª Mariane de Oliveira Pereira  
Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC

**Lages, 21 de fevereiro de 2020.**



## AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente a Deus, por sempre ser meu maior mentor; me guiando, protegendo e abençoando, sendo meu porto seguro para concluir cada etapa da minha vida.

À minha mãe, que sempre esteve ao meu lado, vibrando cada conquista. E nos momentos de fraquezas me dando seu "colo", seu consolo e carinho. Obrigada por ser meu maior exemplo de pessoa, de força, de garra e superação. Obrigada por sempre acreditar em mim, mesmo quando nem eu acreditei. Obrigada por ouvir falar do meu trabalho, mesmo sem entender praticamente nada. Obrigada por sempre segurar a barra. E obrigada por me tornar a pessoa que sou hoje, eu devo tudo a senhora. Meu maior amor!

Ao meu pai, pela paciência, amparo e amor. Por estar sempre presente e acreditar em mim. Pelo interesse no meu trabalho, sempre perguntando como estavam minhas "plantinhas" e se eu já tinha "matado" elas.

Ao meu irmão, Eder Alexandre, o orgulho da nossa família, como pessoa e como profissional, sendo minha grande inspiração!

Ao meu namorado, Bruno, por sempre estar ao meu lado, me incentivando a ser sempre melhor. Por me apoiar tanto. Foi de você que eu mais ouvi o quanto eu era capaz, e você não faz ideia do tanto que isso foi importante para mim. Obrigada por todas as correções, puxões na orelha, "pegação-no-pé". Você foi fundamental para que eu chegasse até aqui, e seus artigos também, meu currículo agradece.

À minha vó Vera e aos meus tios Janaina e Eduardo, que também foram peças fundamentais, sempre estando ao meu lado.

À minha Orientadora Luciana, minha admiração. A qual não mediu esforços para me ajudar, me ouvir, me aconselhar, me acalmar e incentivar, tanto em assuntos acadêmicos como pessoais. Obrigada por toda paciência e dedicação. Só tenho a agradecer, por toda orientação durante estes anos.

Ao meu coorientador Ezequiel pela ajuda na formulação do projeto.

Ao professor Marcio Navroski, por todo apoio durante o experimento, seus conhecimentos foram essenciais para a realização deste trabalho. E também pela amizade, junto com a professora Mariane, os quais sempre estavam dispostos a me ouvir e ajudar. Obrigada por aguentarem minhas "neuras" e por me incentivarem tanto. Serei sempre muito grata a vocês dois.

Ao professor Gustavo pelo auxílio durante as análises bioquímicas, por disponibilizar seu tempo e o laboratório para a realização das análises.

Ao pessoal do Laboratório de Sementes Florestais, UDESC/CAV, em especial meus colegas/amigos, Bruno, Vanessa, Djeison e Laís, os quais eu pude contar durante todo esse tempo. Minha gratidão por toda ajuda será eterna!

À minha amiga Karollyne, que mesmo sendo de outro programa não mediu esforços para me ajudar.

À minha amiga Betel, a qual era mais uma colega de laboratório, mas que se tornou mais que isso. Obrigada por estar presente em cada fase, desde a chegada das mudas até a parte final do trabalho. Você sempre esteve comigo. Eu tenho muito a te agradecer, sem você e sua fiel ajuda, talvez, eu não chegasse até aqui. Obrigada por todas as palavras de apoio e incentivo. Que nossa parceria e amizade sejam eternas!

Aos meus amigos(as) Luana, Sharline, Francielle, Guilherme e Queli, por estarem sempre comigo, me apoiando e incentivando. Obrigada pelos momentos de descontração. Com vocês tudo ficou mais leve!

À empresa Klabin S/A pelo apoio e pelas mudas fornecidas para o experimento.

A FAPESC pelo apoio financeiro.

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da Universidade do Estado de Santa Catarina, pela oportunidade de um estudo público e de qualidade.

## RESUMO

As plantas passam constantemente por diversas situações de estresses bióticos e abióticos, adaptando-se através de mecanismos de defesa, associados a processos morfológicos, fisiológicos e bioquímicos, a fim de tolerar tais estresses e retornar seu metabolismo normal. A tolerância cruzada vem sendo estudada como uma forma para atenuar os danos causados pelos estresses, já que esse termo refere-se à tolerância de uma planta a um tipo de estresse que resulta na aquisição de tolerância da mesma planta a outros tipos de estresses. Objetivou-se com o estudo avaliar a tolerância de mudas das espécies *E. dunni*, *E. urograndis* e *E. benthamii* aos estresses hídrico e térmico, além de verificar a ocorrência do efeito de tolerância cruzada, após a indução de estresse hídrico seguido por choque térmico, por meio de análises morfológicas, fisiológicas e bioquímicas. As mudas foram submetidas ao estresse hídrico, em três níveis (leve, moderado e severo); para o estresse térmico as mudas passaram por diferentes períodos a baixa temperatura; e para os tratamentos de duplo estresse as mudas foram submetidas ao estresse inicial, por meio de períodos à restrição hídrica (três níveis), e, posteriormente, por diferentes períodos à baixa temperatura, com o intuito de verificar a influência do estresse inicial (hídrico) ao segundo fator de estresse (baixa temperatura). Foram realizadas avaliações morfológicas (sobrevivência, queda de folhas e densidade estomática), fisiológicas (fotossíntese, transpiração, condutância estomática e relação Ci/Ca) e bioquímicas (açúcares solúveis e amido). Em geral, as mudas apresentaram ativação de mecanismos de defesa na presença dos estresses, como o aumento de estômatos fechados, resultando em queda na taxa fotossintética, transpiração e condutância estomática, sendo que as variáveis fisiológicas foram as que mais retrataram as diferenças entre os tratamentos. De forma geral, ocorreram acréscimos nos valores de açúcares solúveis com o aumento dos níveis de estresse. As mudas das três espécies apresentaram tolerância aos estresses aplicados, considerando as elevadas porcentagens de sobrevivência. De modo geral, considera-se que não houve o efeito de tolerância cruzada, já que o primeiro estresse (hídrico) não agiu de forma favorável ao segundo estresse (térmico), com resultados inferiores quando comparados ao do tratamento estresse térmico.

**Palavras-chave:** Deficiência hídrica; Baixa temperatura; Tolerância cruzada





## ABSTRACT

As plants go through different situations of biotic and abiotic stresses, adapting themselves through defense mechanisms, associated with morphological, physiological and biochemical processes, an end of tolerance to these stresses and returning their normal metabolism. Cross tolerance has been studied as a way to mitigate the damage caused by stresses, since this term refers to the tolerance of a plant to a type of stress that results in the acquisition of tolerance of the same plant to other types of stresses. The aim of the study was to evaluate the tolerance of seedlings of the species *E. dunnii*, *E. urograndis* and *E. benthamii* to water and thermal stresses, in addition to verifying the occurrence of the cross-tolerance effect, after the induction of water stress followed by shock thermal, through morphological, physiological and biochemical analyzes. The seedlings were submitted to water stress, on three levels (mild, moderate and severe); for thermal stress the seedlings went through different periods at low temperature; and for double stress treatments, the seedlings were subjected to initial stress, through periods of water restriction (three levels) and, later, for different periods at low temperature, in order to verify the influence of initial stress (water) on the second stress factor (low temperature). Morphological (survival, leaf fall and stomatal density), physiological (photosynthesis, transpiration, stomatal conductance and  $C_i/C_a$  ratio) and biochemical (soluble sugars and starch) evaluations were performed. In general, the seedlings showed activation of defense mechanisms in the presence of stresses, such as the increase in closed stomata, resulting in a drop in the photosynthetic rate, sweating and stomatal conductance, and the physiological variables were the ones that most portrayed the differences between treatments. In general, there were increases in the values of soluble sugars with increasing levels of stress. The seedlings of the three species showed tolerance to applied stresses, considering the high percentages of survival. In general, it is considered that there was no cross-tolerance effect, since the first stress (water) did not act favorably to the second stress (thermal), with lower results when compared to the heat stress treatment.

**Keywords:** Water deficiency; Low temperature; Cross tolerance.