REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 06/04/2026
Vol: 13.05
DOI: 10.66104/c7j6jy69
Pages: 1-32

A SALINIDADE AFETA O DESENVOLVIMENTO E A SOBREVIVÊNCIA DE MUDAS CLONAIS DE *EUCALYPTUS UROGRANDIS*?

DOES SALINITY AFFECT THE GROWTH AND SURVIVAL OF CLONAL SEEDLINGS OF *EUCALYPTUS UROGRANDIS*?

¿LA SALINIDAD AFECTA EL DESARROLLO Y LA SUPERVIVENCIA DE PLÁNTULAS CLONALES DE *EUCALYPTUS UROGRANDIS*?

Barbara Gomes Moura
Engenheira Florestal, Universidade Federal de Alagoas (UFAL), *Campus* de Engenharias e Ciências Agrárias (CECA), Brasil,
E-mail: barbara.moura@ceca.ufal.br

Mariana de Souza Santos
Graduanda em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Alagoas (UFAL), *Campus* de Engenharias e Ciências Agrárias (CECA), Brasil,
E-mail: mariana.santos@ceca.ufal.br

Mychael Marcos Silva Gomes
Graduando em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Alagoas (UFAL), *Campus* de Engenharias e Ciências Agrárias (CECA), Brasil,
E-mail: mychael.gomes@ceca.ufal.br

Gabriela Castelo Branco Oliveira
Mestre em Proteção de Plantas, Universidade Federal de Alagoas (UFAL), *Campus* de Engenharias e Ciências Agrárias (CECA), Brasil,
E-mail: gabriela.castelo.boliveira@gmail.com

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 06/04/2026
Vol: 13.05
DOI: 10.66104/c7j6jy69
Pages: 1-32

Francielly da Guirra Bernardo
Engenheira Florestal, Universidade Federal de Alagoas (UFAL), *Campus* de Engenharias e Ciências Agrárias (CECA), Brasil,
E-mail: guirrafrancielly@gmail.com

Marcio Vinicius da Silva Santos
Graduando em Agronomia, Universidade Federal de Alagoas (UFAL), *Campus* de Engenharias e Ciências Agrárias (CECA), Brasil,
E-mail: marcio.santos@ceca.ufal.br

Augusto de Lima Barbosa
Graduando em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Alagoas (UFAL), *Campus* de Engenharias e Ciências Agrárias (CECA), Brasil,
E-mail: augusto.barbosa@ceca.ufal.br

Andréa de Vasconcelos Freitas Pinto
Doutora em Ciências Florestais, Universidade Federal de Alagoas (UFAL), *Campus* de Engenharias e Ciências Agrárias (CECA), Brasil
E-mail: andrea.pinto@ceca.ufal.br

Hugo Henrique Costa do Nascimento
Doutor em Ciências Florestais, Universidade Federal de Alagoas (UFAL), *Campus* de Engenharias e Ciências Agrárias (CECA), Brasil,
E-mail: hugo.nascimento@ceca.ufal.br

Resumo

O eucalipto desempenha papel importante em programas florestais no Brasil, principalmente no setor madeireiro, destinando-se à indústria de celulose e siderurgia, além de se destacar por suas vantagens frente a outras espécies florestais cultivadas. Apesar de suas vantagens silviculturais, o desempenho do eucalipto pode ser significativamente limitado por estresses abióticos, sendo a salinidade do solo um dos principais fatores restritivos em determinadas regiões. As principais causas do processo de salinização dos solos estão ligadas as características ambientais e/ou antrópicas, mas independente da origem, afetam o rendimento dos cultivos e afetam as

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 06/04/2026
Vol: 13.05
DOI: 10.66104/c7j6jy69
Pages: 1-32

características químicas e físicas do solo. Com base no exposto, este estudo teve como objetivo avaliar o comportamento ecofisiológico de mudas de *Eucalyptus urograndis* GG680 submetidas a diferentes níveis de concentração salina visando identificar limites de tolerância e subsidiar práticas de manejo em ambientes sujeitos à salinidade. O trabalho foi conduzido no Laboratório de Tecnologia de Produção, localizado no Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, da Universidade Federal de Alagoas. Adotou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, contendo cinco tratamentos salinos: um controle (sem adição de sal) 0, 50, 100, 150 e 200 mM). Ao final do período experimental, foram avaliados a área foliar, a integridade da membrana (porcentagem absoluta, porcentagem relativa e porcentagem de danos à membrana), os pigmentos fotossintéticos, além da produção de matéria seca dos seguintes órgãos: folha, caule, sistema radicular, total e a relação raiz/parte aérea. Os resultados comprovaram que a salinidade compromete o desenvolvimento de mudas *Eucalyptus urograndis* GG680, com início dos efeitos deletérios a partir de 100 mM de NaCl. Esses resultados indicam que o clone apresenta sensibilidade moderada ao estresse salino, devendo ser recomendado para plantio em áreas com baixa salinidade ou sob manejo que minimize o acúmulo de sais no solo, a fim de assegurar o adequado estabelecimento das plantas.

Palavras-chave: salinização dos solos; eucalipto; silvicultura; estresses abióticos.

Abstract

Eucalyptus plays a key role in forest production systems in Brazil, particularly in the timber sector, supplying raw material for the pulp and paper and steel industries, in addition to its recognized silvicultural advantages over other cultivated forest species. Despite these attributes, eucalyptus performance can be significantly constrained by abiotic stresses, among which soil salinity stands out as a major limiting factor in certain regions. Soil salinization is associated with both environmental and anthropogenic factors and, regardless of its origin, negatively affects crop productivity as well as the chemical and physical properties of soils. Based on the above, this study aimed to evaluate the ecophysiological responses of *Eucalyptus urograndis* clone GG680 seedlings subjected to different salinity levels, with the purpose of identifying tolerance thresholds and providing a scientific basis for silvicultural management practices in salt-affected environments. The experiment was conducted under a randomized block design with five salinity treatments: 0 (control), 50, 100, 150, and 200 mM NaCl. At the end of the experimental period, leaf area, membrane integrity (absolute percentage, relative percentage, and membrane damage index), photosynthetic pigments, and dry biomass allocation (leaves, stem, roots, total biomass, and root-to-shoot ratio) were evaluated. The results demonstrated that salinity significantly impairs the development of Eucalyptus urograndis GG680 seedlings, with deleterious effects observed from 100 mM NaCl onwards. These findings indicate that this clone exhibits moderate sensitivity to salt stress and should be recommended for cultivation in low-salinity soils or under management

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 06/04/2026
Vol: 13.05
DOI: 10.66104/c7j6jy69
Pages: 1-32

practices that minimize salt accumulation, in order to ensure proper seedling establishment.

Keywords: soil salinization; eucalyptus; silviculture; abiotic stress.

Resumen

El eucalipto desempeña un papel clave en los sistemas de producción forestal en Brasil, especialmente en el sector maderero, suministrando materia prima para las industrias de celulosa, papel y siderurgia, además de destacarse por sus ventajas silvícolas frente a otras especies forestales cultivadas. A pesar de estos atributos, el desempeño del eucalipto puede verse significativamente limitado por estreses abióticos, entre los cuales la salinidad del suelo se destaca como uno de los principales factores restrictivos en determinadas regiones. La salinización del suelo está asociada tanto a factores ambientales como antrópicos y, independientemente de su origen, afecta negativamente la productividad de los cultivos, así como las propiedades químicas y físicas del suelo. Con base en lo expuesto, este estudio tuvo como objetivo evaluar el comportamiento ecofisiológico de plántulas de *Eucalyptus urograndis* clon GG680 sometidas a diferentes niveles de salinidad, con el fin de identificar umbrales de tolerancia y aportar bases científicas para prácticas de manejo silvicultural en ambientes afectados por la salinidad. El experimento se llevó a cabo bajo un diseño de bloques al azar con cinco tratamientos salinos: 0 (control), 50, 100, 150 y 200 mM de NaCl. Al final del período experimental, se evaluaron el área foliar, la integridad de la membrana (porcentaje absoluto, porcentaje relativo e índice de daño de membrana), los pigmentos fotosintéticos y la asignación de biomasa seca (hojas, tallo, raíces, biomasa total y relación raíz/parte aérea). Los resultados demostraron que la salinidad compromete significativamente el desarrollo de las plántulas de Eucalyptus urograndis GG680, con efectos deletéreos a partir de 100 mM de NaCl. Estos hallazgos indican que el clon presenta sensibilidad moderada al estrés salino y debe recomendarse para su cultivo en suelos con baja salinidad o bajo prácticas de manejo que minimicen la acumulación de sales, a fin de garantizar un adecuado establecimiento de las plantas.

Palabras clave: salinización de los suelos; eucalipto; silvicultura; estreses abióticos

1. Introdução

A expansão das florestas plantadas de eucalipto no Brasil, iniciada na década de 1960, consolidou a espécie como base de importantes cadeias produtivas, incluindo energia, celulose e produtos madeireiros (Costa e Oliveira, 2019). Segundo o SNIF (Sistema Nacional de Informação), no ano de 2022, o país

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 06/04/2026
Vol: 13.05
DOI: 10.66104/c7j6jy69
Pages: 1-32

contabilizava mais de 7,3 milhões de hectares plantados, demonstrando a relevância econômica e estratégica da cultura.

Além do valor produtivo, o eucalipto apresenta elevada plasticidade fenotípica, rápido crescimento e ampla adaptação a diferentes condições edafoclimáticas, características que favorecem sua utilização em programas de reflorestamento e recuperação de áreas degradadas (Siviero et al., 2019). No entanto, a expansão da cultura para regiões com limitações ambientais torna essencial a compreensão dos fatores que restringem seu desempenho, especialmente a salinidade do solo.

A salinização, frequentemente associada ao manejo inadequado da irrigação e às condições climáticas de regiões semiáridas, compromete o crescimento vegetal ao afetar processos fisiológicos fundamentais, como absorção de água, trocas gasosas e equilíbrio iônico (Schossler et al., 2012; Taiz et al., 2017). Esses efeitos variam entre espécies e genótipos, tornando a avaliação da tolerância diferencial um aspecto central para o manejo sustentável.

Nesse contexto, o híbrido *Eucalyptus urograndis* (*E. urophylla* × *E. grandis*) destaca-se como o material genético mais utilizado no Brasil, devido à sua elevada produtividade, adaptação e resistência a estresses bióticos e abióticos (Cardoso et al., 2019). Apesar disso, a resposta de clones específicos às condições de estresse salino ainda não é completamente compreendida.

Estudos prévios demonstram variação significativa na tolerância à salinidade entre espécies e materiais genéticos de eucalipto (Nasim et al., 2007; Freitas et al., 2012; Lopes, 2012), porém há escassez de informações para clones amplamente utilizados, como o GG680. Essa lacuna limita o desenvolvimento de estratégias de manejo mais eficientes, especialmente em áreas suscetíveis à salinização.

Diante disso, este estudo teve como objetivo avaliar o comportamento ecofisiológico de mudas do clone GG680 de *Eucalyptus urograndis* submetidas a diferentes níveis de salinidade, visando identificar limites de tolerância e subsidiar práticas de manejo em ambientes sujeitos à salinidade.

2. Revisão da Literatura

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 06/04/2026
Vol: 13.05
DOI: 10.66104/c7j6jy69
Pages: 1-32

O gênero *Eucalyptus* possui elevada relevância no setor florestal brasileiro, em função de sua ampla adaptação, rápido crescimento e elevada produtividade, características que sustentam sua utilização em diferentes cadeias industriais (Cardoso et al., 2019). Entre os materiais genéticos disponíveis, o híbrido *Eucalyptus urograndis* destaca-se pelo desempenho superior em diferentes condições edafoclimáticas, sendo amplamente empregado em plantios comerciais no Brasil e em outros países tropicais (Teulières et al., 2007; Silva et al., 2018).

A utilização de híbridos tem sido uma estratégia recorrente para maximizar ganhos produtivos, uma vez que permite a combinação de características desejáveis, como crescimento rápido, qualidade da madeira e maior tolerância a estresses ambientais (Drumond et al., 2016). No entanto, o desempenho desses materiais pode ser significativamente afetado por fatores abióticos, como a salinidade do solo.

A salinização é considerada uma das principais limitações à produção vegetal em regiões áridas e semiáridas, sendo frequentemente intensificada pelo manejo inadequado da irrigação e pela baixa lixiviação de sais no perfil do solo (Oliveira et al., 2018). Nessas condições, o acúmulo de sais na zona radicular impõe estresse osmótico e iônico às plantas, reduzindo a disponibilidade de água e promovendo toxicidade por íons, especialmente sódio (Na^+) e cloreto (Cl^-) (Taiz et al., 2017).

Do ponto de vista fisiológico, o estresse salino compromete processos essenciais ao crescimento vegetal, como a fotossíntese, a condutância estomática e a absorção de nutrientes. Estudos indicam que a redução da área foliar constitui uma resposta recorrente, atuando como mecanismo de controle da perda de água, embora também limite a assimilação de carbono (Gomes et al., 2011; Silva et al., 2008). Além disso, a degradação de pigmentos fotossintéticos e a diminuição da atividade fotossintética têm sido frequentemente observadas em plantas cultivadas sob condições salinas (Jamil et al., 2007; Mendonça et al., 2010).

Alterações na alocação de biomassa também são relatadas, especialmente na relação raiz/parte aérea, refletindo ajustes fisiológicos na tentativa de manter o equilíbrio hídrico e metabólico da planta sob estresse (Taiz et al., 2017).

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 06/04/2026
Vol: 13.05
DOI: 10.66104/c7j6jy69
Pages: 1-32

Paralelamente, a integridade das membranas celulares é afetada, o que compromete o transporte de água e solutos, sendo esse um importante indicador da intensidade do estresse e da capacidade adaptativa das plantas.

Um desses casos pode ser observado no trabalho realizado por Oliveira et al. (2025), onde mudas de *Eucalyptus urograndis* apresentam uma maior relação raiz/parte aérea nas mudas mais expostas à salinidade, sendo apresentado como uma possibilidade de observação do comportamento interno e externo da planta estressada no solo.

No caso do eucalipto, estudos demonstram que a resposta ao estresse salino varia significativamente entre espécies e genótipos. Nasim et al. (2007) observaram diferenças no crescimento de espécies sob condições salinas, enquanto Freitas et al. (2012) relataram alterações nutricionais em mudas de *Eucalyptus robusta*. De forma semelhante, Lopes (2012) evidenciou a interação entre estresse hídrico e salino em *Eucalyptus platyphylla*, destacando a variabilidade na tolerância entre materiais genéticos.

Apesar desses avanços, ainda há lacunas no conhecimento acerca da resposta de clones específicos amplamente utilizados em plantios comerciais. Em particular, o clone GG680 de *Eucalyptus urograndis* carece de informações quanto ao seu comportamento ecofisiológico sob condições de salinidade, o que limita a adoção de estratégias de manejo mais precisas em áreas suscetíveis à salinização.

Dessa forma, a avaliação de variáveis fisiológicas e morfológicas em condições controladas torna-se fundamental para compreender os mecanismos de resposta ao estresse salino e subsidiar práticas de manejo mais eficientes. Esse conhecimento é especialmente relevante em regiões semiáridas, onde a salinização dos solos representa um desafio crescente para a sustentabilidade da produção florestal.

3. Metodologia

O experimento foi realizado no *Campus* de Engenharias e Ciências Agrárias (CECA), da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), no Setor de Silvicultura e Viveiros Florestais, pertencente ao Laboratório de Tecnologia da Produção

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 06/04/2026
Vol: 13.05
DOI: 10.66104/c7j6jy69
Pages: 1-32

(LATEP).

Para a implantação do experimento foram utilizadas mudas de *Eucalyptus urograndis* Clone-GG680 com 75 dias após estaquia (época ideal para rustificação das mudas), adquiridas pela empresa Veolia Serviços Ambientais Brasil, filial Alagoas (Figura 1A e Figura 1B). Após o transplantio (Figura 1C) para sacos de polietileno contendo 2,5 kg de areia de lavada, previamente adubados, as mudas foram mantidas em casa de vegetação durante todo o período experimental.

Figura 1. Visualização das mudas adquiridas (A); avaliação da biometria mudas antes da implantação do experimento(B); muda transplantada para recipiente utilizado no experimento (C).



Fonte: Autores (2026).

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, composto por cinco tratamentos salinos: T1 – controle (0 mM de NaCl); T2 – 50 mM; T3 – 100 mM; T4 – 150 mM; e T5 – 200 mM de NaCl, como pode ser observado na Figura 2. Cada tratamento foi constituído por cinco repetições, considerando-se uma muda como unidade experimental. Ressalta-se que durante todo o experimento as mudas foram regadas diariamente com as soluções determinadas para cada tratamento avaliado.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 06/04/2026
Vol: 13.05
DOI: 10.66104/c7j6jy69
Pages: 1-32

Figura 2. Vista geral do experimento após a definição do delineamento experimental e casualização.



Fonte: Autores (2026).

A adoção de uma única planta por unidade experimental é amplamente empregada em estudos com abordagem ecofisiológica, uma vez que as avaliações são realizadas em nível individual, permitindo maior controle das variáveis fisiológicas e redução da variabilidade intraparcela. Esse procedimento é recorrente na literatura especializada e justificada pela suficiência amostral de arranjos experimentais em ambientes controlados sem prejuízo à robustez estatística dos resultados conforme evidenciado por Silva (2008), Willadino e Camara (2010), Lopes et al. (2012), Nascimento (2013), Melo et al. (2014), Nascimento et al. (2015), Araújo et al. (2017), Silva (2019), Matos et al, (2021), Aderaldo et al. (2022) e Oliveira et al. (2025).

As soluções salinas foram preparadas utilizando cloreto de sódio (NaCl) para análises e em água com condutividade elétrica de 0,91 PPM, utilizando-se um condutivímetro portátil (TDS PRemuim – TDS3). Após três meses de execução, o experimento foi desmontado e foram coletadas amostras para as seguintes análises:

3.1 Avaliação de Integridade da Membrana

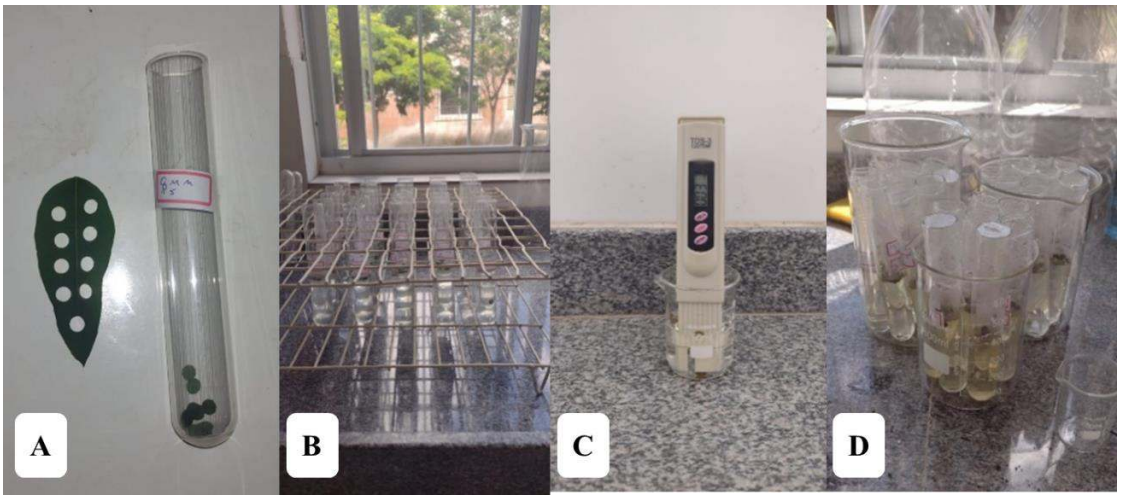
Para essa análise foram utilizados 10 discos foliares por repetição (Figura 3A). Eles foram colocados em um tubo de ensaio contendo 30 ml de água destilada

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 06/04/2026
Vol: 13.05
DOI: 10.66104/c7j6jy69
Pages: 1-32

e passaram 24 h, foi determinada a condutividade elétrica livre (CL) com auxílio de um condutivímetro portátil (Figura 3B e Figura 3C). Então, foram colocados em banho maria por 1h a 100ºC, determinando assim a condutividade elétrica total (CT) e extravasamento de eletrólitos (Figura 3D).

Figura 3. Visualização da obtenção dos discos foliares retirados de cada repetição (A); Discos foliares condicionados em tubos de ensaio com 30ml de água destilada (B), Determinação da condutividade elétrica total (CT) e extravasamento de eletrólitos através de um condutivímetro portátil (C); Tubos de ensaio após saírem do banho maria (D).



Fonte: Autores (2026).

Após essas coletas, foram calculados a porcentagem de integridade absoluta (PIA%), a porcentagem da integridade relativa (PIR%) e a porcentagem de danos da membrana (PD%), seguindo a metodologia proposta por Vasquez-Tello et al. (1990), através das fórmulas:

$$PIA = \left[1 - \left(\frac{CL}{CT}\right)\right] \times 100$$

$$PIR = \left(\frac{PIA\ \ plantas\ estressadas}{PIA\ plantas\ controle}\right) \times 100$$

$$PD = 100 - PIR$$

3.2 Determinação dos teores de pigmentos fotossintéticos

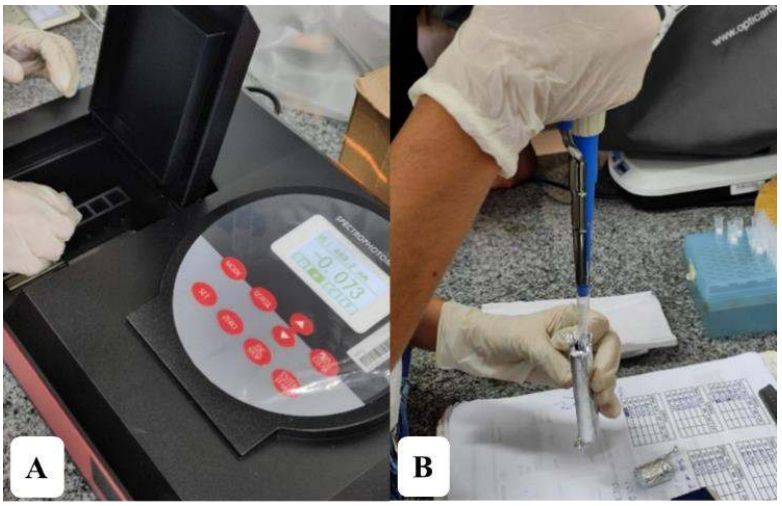
Foram analisados clorofila *a*, *b*, total e carotenóides através do método proposto por Lichtenthaler e Buschmann (2001). Foram coletados 0,1 g do limbo

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 06/04/2026
Vol: 13.05
DOI: 10.66104/c7j6jy69
Pages: 1-32

foliar da terceira folha de cada repetição. Em seguida, foram inseridos em tubos de ensaio revestidos com papel alumínio contendo 10 ml de álcool etílico 96% para a extração dos pigmentos. As leituras foram feitas em espectrofotômetro (espectrofotômetro digital - IL-593 – KASUAKI), nos comprimentos de onda 663,2; 646,8; e 470 Nm 48h após refrigeração (Figura 4A e Figura 4B).

Figura 4. Determinação dos teores de pigmentos realizados em espectrofotômetro (A); retirada do conteúdo utilizado com o auxílio de pipeta (B).



Fonte: Autores (2026)

Os valores das leituras foram substituídos nas fórmulas descritas abaixo e a unidade foi expressa em miligrama por grama de biomassa fresca da folha (mg.g^{-1}).

$$Clorofila\ a\ (\mu g/mL) = 12{,}25\ A_{663{,}2} - 2{,}79\ A_{646{,}8}$$

$$Clorofila\ b\ (\mu g/mL) = 21{,}50\ A_{646{,}8} - A_{663{,}2}$$

$$Clorofila\ total\ (\mu g/mL) = Clo\ a + Clo\ b$$

$$Carotenoides\ (\mu g/mL) = \frac{1000A_{470} - 1{,}82\ Cl\ a - 85{,}02\ Cl\ b}{189}$$

3.3 Determinação da Área foliar

Foram coletadas discos do limbo foliar com 2 cm x 1 cm. Sendo retirados três discos da parte basal, três discos da mediana e três discos da parte apical da planta de cada repetição.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 06/04/2026
Vol: 13.05
DOI: 10.66104/c7j6jy69
Pages: 1-32

Logo em seguida, os discos foram pesados para se obter o peso fresco e colocados em estufa de circulação de ar forçado a 65°C, até que atingissem peso seco constante (Mielke, 1995). A determinação de área foliar específica (AFE) e razão de área foliar (RAF) foram calculados seguindo a metodologia de Benincasa (1988), através das fórmulas:

$$AF = \frac{AD\ x\ MSF}{PS}$$

Sendo: AD = Área total dos discos foliares; MSF = Matéria seca das folhas e PS = Peso seco dos discos foliares

$$RAF = \frac{AF}{MST} \text{ e } AFE = \frac{AF}{MSF}$$

Sendo: AF = Área foliar; MST = Matéria seca total; e MSF = Matéria seca das folhas

3.4 Matéria seca e alocação de biomassa

Após a coleta, as mudas foram separadas em raiz, caule e folhas e postas em diferentes sacos de papel tipo *kraft*, identificados com os tratamentos e repetições respectivos (Figura 6A). Após isso, foram colocados em uma estufa de circulação forçada de ar a 65ºC, até atingirem peso constante e possibilitar a determinação da matéria seca das folhas (MSF), matéria seca do caule (MSC), matéria seca da raiz (MSR) e matéria seca total (MST) (Figura 6B). Com esses dados, foi possível obter a alocação de biomassa da raiz (ABR), alocação de biomassa do caule (ABC), alocação de biomassa das folhas (ABF) e relação raiz/parte área (R/Pa), a partir das fórmulas apresentadas por Benincasa (2003).

$$\text{ABF} = \frac{MSF}{MST}\ ,\ \text{ABC} = \frac{MSC}{MST}\ ,\ \text{ABR} = \frac{MSR}{MST} \text{ e R/Pa} = \frac{MSR}{MSF+MSC}$$

Sendo: MSF = Matéria seca das folhas; MSC = Matéria seca dos caules; MSR = Matéria seca das raízes; e MST = Matéria seca total.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 06/04/2026
Vol: 13.05
DOI: 10.66104/c7j6jy69
Pages: 1-32

Figura 5. Visualização da separação das partes das mudas em caule, folha e raiz (A); Determinação do peso da matéria seca da folha (B).



Fonte: Autores (2026).

Os resultados foram submetidos ao estudo de regressão linear e polinomial, além disso foram submetidos à análise de variância (ANAVA) sendo a variável alocação de biomassa analisada por meio do teste de Tukey a 5% de probabilidade, em função do arranjo fatorial duplo (tratamentos × partes da planta: folha, caule e raiz) (Banzatto e Kronka, 2006; Nascimento, et al. 2015). Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando os *softwares* Sisvar (versão 5.8) e *SigmaPlot* (versão 11).

4. Resultados e Discussão

Após a avaliação dos resultados, pode-se verificar no gráfico 1A, que a porcentagem de integridade absoluta da membrana (PIA%) apresentou redução linear em resposta ao aumento dos níveis de salinidade ($y = -0,3501x + 88,514$; $R^2 = 0,8967$), indicando um ajuste consistente do modelo aos dados experimentais. Esse resultado evidencia que o incremento da concentração de NaCl, principalmente no tratamento 200 mM (equivalente a 1/3 da salinidade do mar), compromete progressivamente a estabilidade das membranas celulares nas mudas de *Eucalyptus urograndis* GG680. A diminuição da integridade absoluta está associada, principalmente, ao acúmulo de íons tóxicos e ao estresse osmótico, que favorecem a desorganização da membrana e o aumento da permeabilidade celular. Dessa forma, a redução da PIA% reflete a intensificação

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 06/04/2026
Vol: 13.05
DOI: 10.66104/c7j6jy69
Pages: 1-32

dos danos estruturais nas membranas sob condições salinas.

No Gráfico 1B, a porcentagem de integridade relativa da membrana (PIR%) também apresentou comportamento linear decrescente com o aumento da salinidade ($y = -0,4413x + 108,2$; $R^2 = 0,8591$). Esse padrão reforça que o estresse salino afeta negativamente a manutenção da integridade celular, mesmo quando considerados ajustes relativos entre os tratamentos. A redução da PIR% indica maior extravasamento de eletrólitos, resultado direto da perda de seletividade das membranas plasmáticas. Tal resposta está frequentemente relacionada ao aumento da peroxidação lipídica e à produção de espécies reativas de oxigênio, processos que agravam a deterioração das estruturas celulares em ambientes com elevada concentração de sais.

Já no Gráfico 1C, a porcentagem de danos de membrana (PD%) apresentou tendência linear crescente em função do aumento dos níveis de NaCl ($y = 0,4413x - 8,1981$; $R^2 = 0,8429$), evidenciando relação inversa em comparação aos parâmetros de integridade. O aumento da PD% demonstra que o estresse salino intensifica os danos nas membranas celulares, corroborando os resultados observados para PIA% e PIR%. Esse comportamento indica que, à medida que a salinidade se eleva, há maior comprometimento da estabilidade estrutural e funcional das membranas, o que pode resultar em prejuízos ao metabolismo celular, incluindo alterações no transporte de solutos e na homeostase iônica, portanto, é possível afirmar que o NaCl gerou o extravasamento de eletrólitos em relação ao aumento da sua dosagem. Esses resultados evidenciam que o estresse salino promove significativa desestabilização das membranas em mudas de *Eucalyptus urograndis* GG680, sendo esse um dos principais mecanismos associados à redução do desempenho fisiológico sob tais condições.

A principal função da membrana plasmática é o controle da entrada e saída de substâncias de dentro do citoplasma, limitando e preservando o material celular interno. Ela atua como uma barreira biológica, separando o meio intracelular e extracelular, selecionando quais substâncias permanecem ou saem do meio (Ganeo et al., 2019). Através do estresse salino, o meio externo da planta se

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 06/04/2026
Vol: 13.05
DOI: 10.66104/c7j6jy69
Pages: 1-32

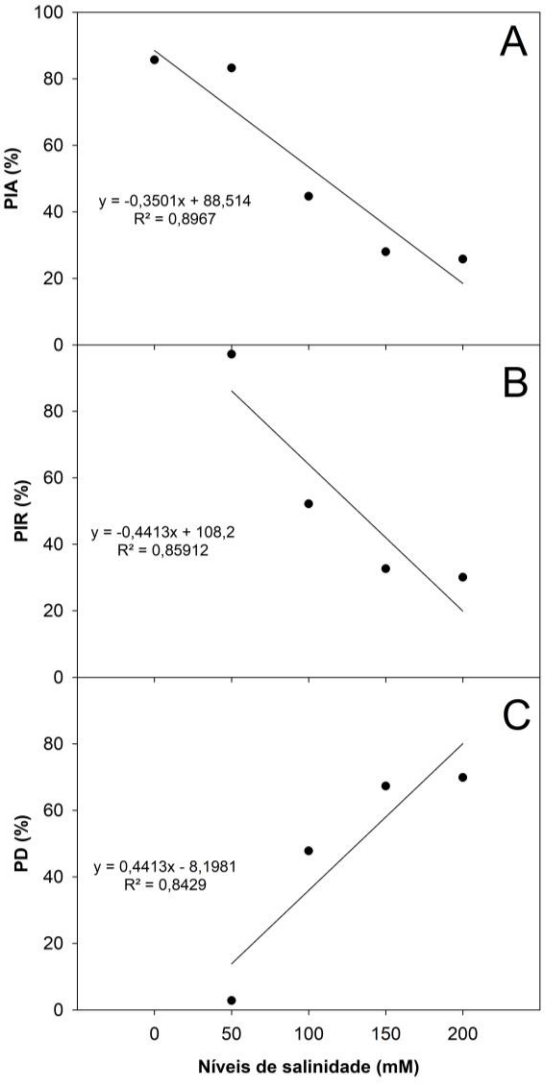
encontra com abundante concentração de sódio, o que acabando influenciando na transição da água presente na camada intracelular para a camada extracelular, trocando de lugar com o NaCl (que acaba se locomovendo para a camada interna). Com a movimentação dos sais para a camada interna, acaba ocorrendo um acúmulo dos mesmos na membrana, causando um rompimento e extravasamento dos eletrólitos (Oliveira, 2024). Sabendo disso, é possível justificar as altas porcentagens de danos na membrana nas plantas mais estressadas no trabalho, como sendo causadas pelo rompimento da membrana plasmática pela alta concentração de sais presentes devido ao estresse salino que a planta foi submetida.

A integridade das membranas das plantas de *Morinda citrifolia* L. do tratamento estressado com salinidade, trabalho realizado por Cova (2016), diminuiu ao longo dos dias analisados. No estudo de Oliveira (2024), em que foram analisadas mudas de *Eucalyptus urograndis* I144 submetidas a estresse salino, observou-se que as variáveis de PIA e PIR apresentaram menores valores à medida que a salinidade aumentava, enquanto os valores de PD aumentaram com o incremento da salinidade.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 06/04/2026
Vol: 13.05
DOI: 10.66104/c7j6jy69
Pages: 1-32

Gráfico 1. Porcentagem de Integridade Absoluta - PIA% (A), Relativa - PIR% (B) e Danos membranares - PD% (C), em mudas clonais de *Eucalyptus urograndis* GG680, submetidas a diferentes níveis de salinidade.



Fonte: Autores (2026).

No que diz respeito aos pigmentos fotossintéticos, é possível observar que a clorofila *a* (Gráfico 2A), observa-se que os teores de clorofila a (Cl a) apresentaram redução linear em resposta ao aumento dos níveis de salinidade (y = -0,0032x + 1,4676; R^2 = 0,8534), indicando que o estresse salino afeta negativamente a síntese ou a estabilidade desse pigmento. A diminuição da clorofila a sugere comprometimento direto da capacidade fotossintética das mudas, uma vez que esse pigmento está diretamente envolvido nas reações fotoquímicas. Esse efeito pode estar associado à degradação de clorofilas induzida por espécies reativas de

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 06/04/2026
Vol: 13.05
DOI: 10.66104/c7j6jy69
Pages: 1-32

oxigênio ou à inibição de enzimas-chave da biossíntese de pigmentos sob condições de estresse salino.

Os teores de clorofila b (Cl b - Gráfico 2B,) também apresentaram tendência linear decrescente com o aumento da salinidade ($y = -0,003x + 1,271$; $R^2 = 0,8494$), evidenciando que o estresse salino compromete não apenas os centros de reação, mas também os pigmentos acessórios envolvidos na captura de luz. A redução da clorofila b pode impactar negativamente a eficiência na absorção de energia luminosa e sua transferência para a clorofila a, resultando em menor eficiência fotossintética global. Esse comportamento reforça o efeito deletério da salinidade sobre o aparato fotossintético das plantas.

Em função dos teores de Cl a e Cl b, a clorofila total (Gráfico 2C), apresentou redução linear com o aumento dos níveis de NaCl ($y = -0,0062x + 2,7386$; $R^2 = 0,8553$), refletindo o efeito combinado da diminuição dessas clorofilas. A redução da clorofila total evidencia um declínio generalizado na capacidade fotossintética das mudas sob estresse salino, indicando que a salinidade compromete de forma abrangente o sistema fotossintético. Esse resultado está frequentemente relacionado à degradação dos pigmentos, à desestruturação dos tilacoides e à redução da eficiência dos fotossistemas (Nascimento et al., 2015; Aderaldo et al. (2022); Oliveira et al. (2025). A redução dos teores de clorofila total no tratamento mais estressado, pode ser visto como uma medida de proteção contra o sal, gerando uma economia de energia com a redução da absorção de energia luminosa, diminuindo o estresse foto-oxidativo (Silveira et al., 2010).

No gráfico 2D, os teores de carotenoides apresentaram ajuste quadrático em função dos níveis de salinidade ($y = -2E-06x^2 + 0,0005x + 0,1393$; $R^2 = 0,6607$), indicando uma resposta menos linear em comparação aos demais pigmentos. Observa-se uma leve tendência de aumento dos carotenoides em níveis intermediários de salinidade, seguida de estabilização ou discreta redução em concentrações mais elevadas. Esse comportamento sugere um possível papel protetor desses pigmentos em condições de estresse, uma vez que os carotenoides atuam na dissipação de energia excedente e na proteção contra

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 06/04/2026
Vol: 13.05
DOI: 10.66104/c7j6jy69
Pages: 1-32

danos oxidativos. Entretanto, em níveis mais elevados de salinidade, essa resposta pode não ser suficiente para compensar os efeitos deletérios do estresse, resultando na estabilização ou redução dos seus teores.

Com a ação do NaCl, é esperado a redução o teor de clorofila nos tecidos fotossintetizantes, devido a sua degradação (Mendonça et al., 2010). Essa ação pode estar relacionada com o aumento da atividade da clorofilase, uma enzima envolvida na remoção da calda fitol enquanto ocorre a degradação da clorofila (Svitsev; Ponomareva e Kuznetsova, 1973).

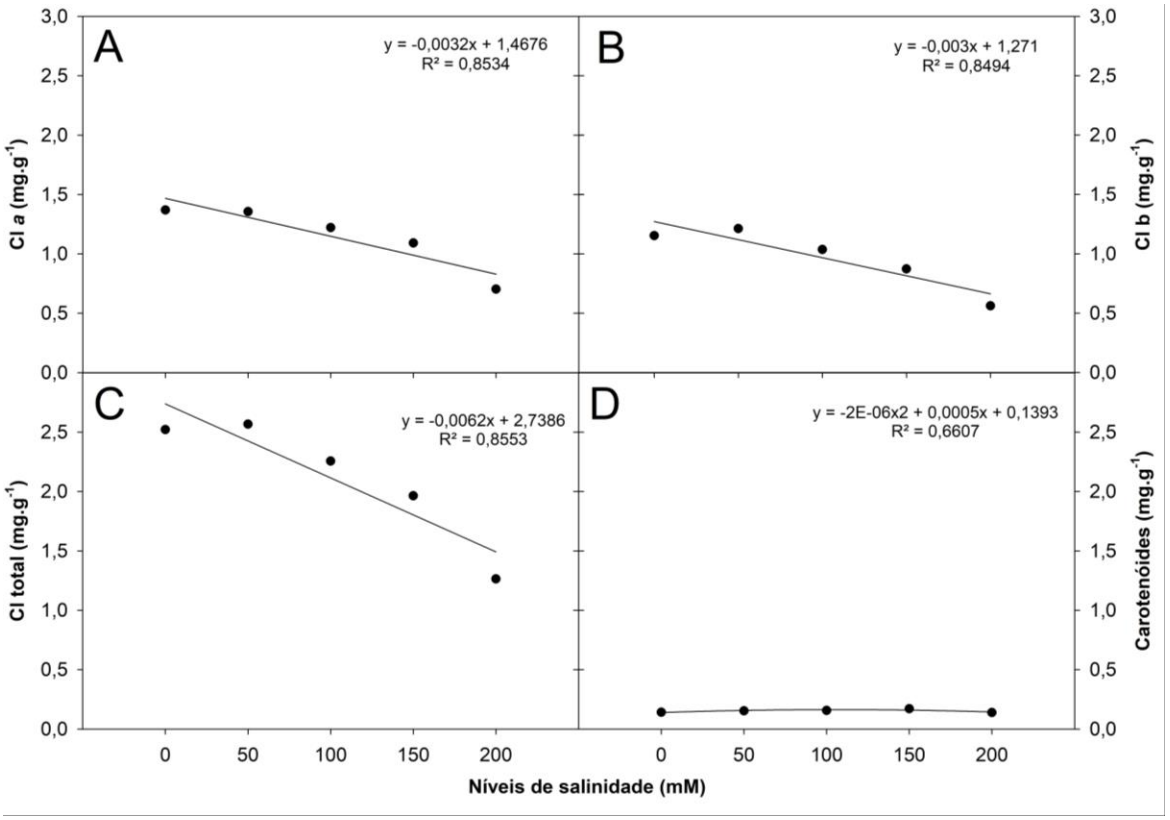
Levando em consideração que o estresse salino também é um estresse hídrico, uma explicação para esses resultados da diminuição de produção de pigmentos em tratamentos mais estressado, pode ser pelo fato de a deficiência hídrica beneficiar a síntese de espécies reativas de oxigênio (EROs), que induzem a oxidação dos pigmentos fotossintéticos, prejudicando o metabolismo vegetal. O estresse hídrico vem causando decréscimos nos teores de clorofila das plantas atingidas, podendo ser entendido como um indício de estresse oxidativo, resultado da foto-oxidação dos pigmentos, com relação a degradação das moléculas de clorofila (Da Silva et al., 2016).

Na pesquisa realizada por Andrade (2019), os clones de eucalipto VC685 e I244 apresentaram reduções nas clorofilas b e total com o aumento dos níveis de salinidade, concordando com os resultados encontrados nos gráficos 2B e 2C. Também foram encontrados decréscimos nos conteúdos de clorofila a, b e total ao mesmo tempo que houve o aumento da salinidade no experimento feito por Oliveira et al. (2018) com *Vigna unguiculata* (L.) Walp. Em adição, Cova (2016) trabalhando com *Morinda citrifolia* L., afirmou que salinidade reduziu os teores de todos os pigmentos analisados nas folhas (Cl a, Cl b, Cl total e carotenóides).

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 06/04/2026
Vol: 13.05
DOI: 10.66104/c7j6jy69
Pages: 1-32

Gráfico 2. Pigmentos fotossintéticos, sendo clorofila a – Cl a (A), clorofila b - Cl b (B), clorofila total (C) e carotenóides (D) em mudas de *Eucalyptus urograndis GG680*, submetidas, submetidas a diferentes níveis de salinidade.



Fonte: Autores (2026)

Quanto as grandezas envolvidas com a produção de área foliar (Gráfico 3A), observou-se que comportamento similar a maioria das variáveis mencionadas anteriormente, onde as mudas de eucalipto apresentaram redução linear significativa com o aumento dos níveis de salinidade. A equação de regressão ($y = -1,3477x + 392,33$; $R^2 = 0,9404$) indica um forte ajuste do modelo, evidenciando que o incremento da concentração de NaCl promove decréscimo consistente da área foliar. Esse comportamento sugere que o estresse salino afeta diretamente a expansão das folhas, possivelmente em função de limitações osmóticas e do efeito tóxico de íons como Na^+ e Cl^-, resultando na redução da superfície fotossintética. Tal resposta é considerada um mecanismo adaptativo, no qual a planta restringe o crescimento foliar como forma de minimizar a perda de água e o acúmulo de sais nos tecidos. Como visto no estudo de Lopes e Klar (2009), investigando a influência da salinidade em mudas de *Eucalyptus urograndis,* os autores observaram redução

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 06/04/2026
Vol: 13.05
DOI: 10.66104/c7j6jy69
Pages: 1-32

na área foliar com o aumento da salinidade, corroborando com os achados desta pesquisa.

Essa redução pode ser considerada deletéria ao desenvolvimento do vegetal, pois com a diminuição da área foliar, ocorre a redução da área de interceptação de luz, prejudicando a fotossíntese. Porém, com uma área foliar reduzida, ocorre um menor índice de transpiração, aumentando a eficiência no uso da água e, quando condicionado a situações salinas, pode minimizar o acúmulo de sais na planta e aumentar a concentração de sais na rizosfera. Assim, a redução da área foliar pode ser vista como um método de proteção da planta, melhorando seu desempenho em ambientes salinos (Mendonça et al., 2010).

A área foliar específica (AFE – Gráfico 3B) também apresentou tendência de redução linear em função do aumento da salinidade ($y = -0,1513x + 53,248$; $R^2 = 0,8961$). Esse resultado indica que, além da diminuição da área total das folhas, ocorre alteração na relação entre área e massa foliar. A redução da AFE sugere a formação de folhas mais espessas e/ou com maior densidade de tecidos, características associadas a condições de estresse. Esse ajuste morfoanatômico pode representar uma estratégia das plantas ao ambiente salino, contribuindo para maior tolerância estrutural e menor perda de água, embora possa implicar redução na eficiência fotossintética por unidade de biomassa (Nascimento et al., 2015)

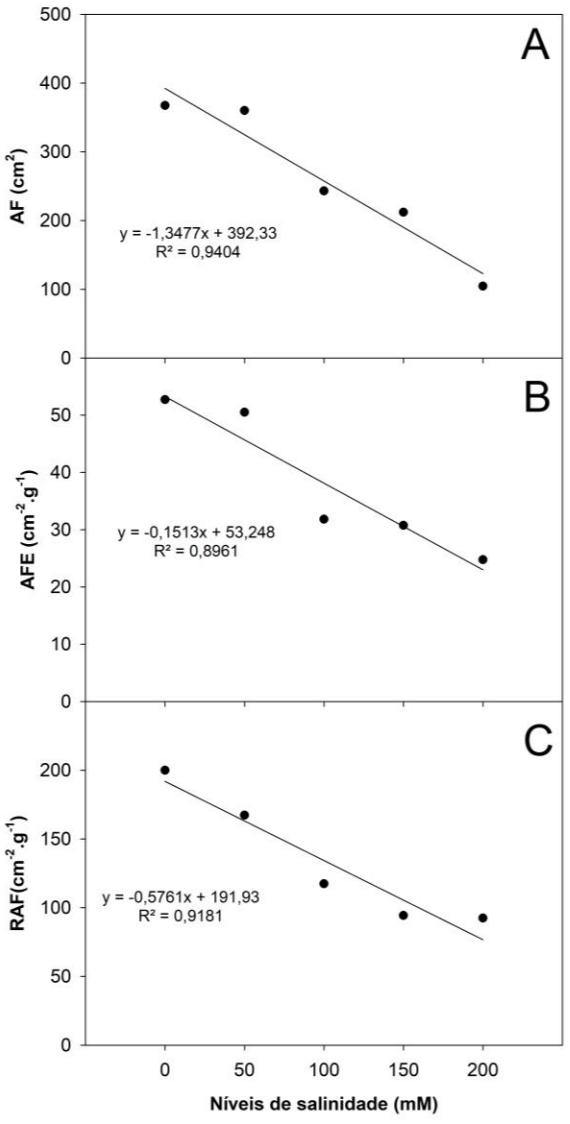
Por fim, no gráfico 3C, a razão de área foliar (RAF) apresentou comportamento semelhante, com redução linear à medida que aumentaram os níveis de NaCl ($y = -0,5761x + 191,93$; $R^2 = 0,9181$). A RAF expressa a quantidade de área foliar disponível por unidade de biomassa total, sendo um importante indicador da alocação de recursos na planta. A diminuição desse parâmetro indica que, sob estresse salino, há menor investimento relativo na formação de área foliar, possivelmente em detrimento de outros órgãos, como o sistema radicular ou tecidos de sustentação. Essa mudança na alocação de biomassa reflete uma estratégia adaptativa voltada à sobrevivência em condições adversas, reduzindo a exposição da planta ao estresse e otimizando o uso de recursos limitados.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 06/04/2026
Vol: 13.05
DOI: 10.66104/c7j6jy69
Pages: 1-32

Segundo Benincasa (1988), quanto maior essa razão, maior é a área foliar efetiva para realizar a fotossíntese, o que contribui para a produção de energia e o crescimento da planta. A redução da RAF nos tratamentos com maior salinidade sugere uma diminuição na capacidade da planta de realizar fotossíntese de forma eficiente, o que pode comprometer seu crescimento e desenvolvimento.

Gráfico 3. Área foliar – AF (A), área foliar específica – AFE (B) e razão de área foliar – RAF (C), em mudas de *Eucalyptus urograndis GG680*, submetidas a diferentes níveis de salinidade.



Fonte: Autores (2026).

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 06/04/2026
Vol: 13.05
DOI: 10.66104/c7j6jy69
Pages: 1-32

Em relação as variáveis de produção de matéria seca (Gráfico 4) pelas mudas, o gráfico 4A apresenta a matéria seca da folha (MSF) e observa-se incremento inicial da biomassa foliar em níveis moderados de NaCl, seguido de redução nas maiores concentrações. Nesse contexto, o tratamento de 200 mM resultou na menor produção de matéria seca foliar, corroborando os resultados observados para a área foliar (Gráfico 3A), em que também se verificou redução mais acentuada nesse nível salino. Considerando que as folhas constituem um dos órgãos mais sensíveis ao estresse, essa diminuição pode ser interpretada como uma resposta fisiológica da planta, reduzindo sua superfície ativa como forma de minimizar perdas hídricas e danos metabólicos. Resultados semelhantes foram relatados por Mendonça et al. (2010), que observaram redução da biomassa seca foliar em mudas de *Eucalyptus camaldulensis*, *Eucalyptus tereticornis* e *Eucalyptus robusta* sob incremento da salinidade.

Para a matéria seca do caule (MSC – gráfico 4B), observa-se variações discretas ao longo dos níveis de salinidade. Esse comportamento indica leve incremento em concentrações intermediárias, seguido de redução nos níveis mais elevados de NaCl, sugerindo que o caule apresenta menor sensibilidade ao estresse salino em comparação às folhas, mantendo relativa estabilidade no acúmulo de biomassa, especialmente sob condições de estresse leve a moderado.

A produção de matéria seca da raiz (MSR – gráfico 4C) apresentou a maior variabilidade em resposta ao aumento da salinidade, refletida pelo menor coeficiente de determinação. De modo geral, observa-se comportamento oscilatório, sem tendência clara de redução contínua, o que sugere que o sistema radicular apresenta maior plasticidade frente ao estresse salino. Essa resposta pode estar associada a ajustes no crescimento das raízes em função da disponibilidade hídrica e do acúmulo de íons no meio, permitindo à planta modular seu desenvolvimento conforme a intensidade do estresse.

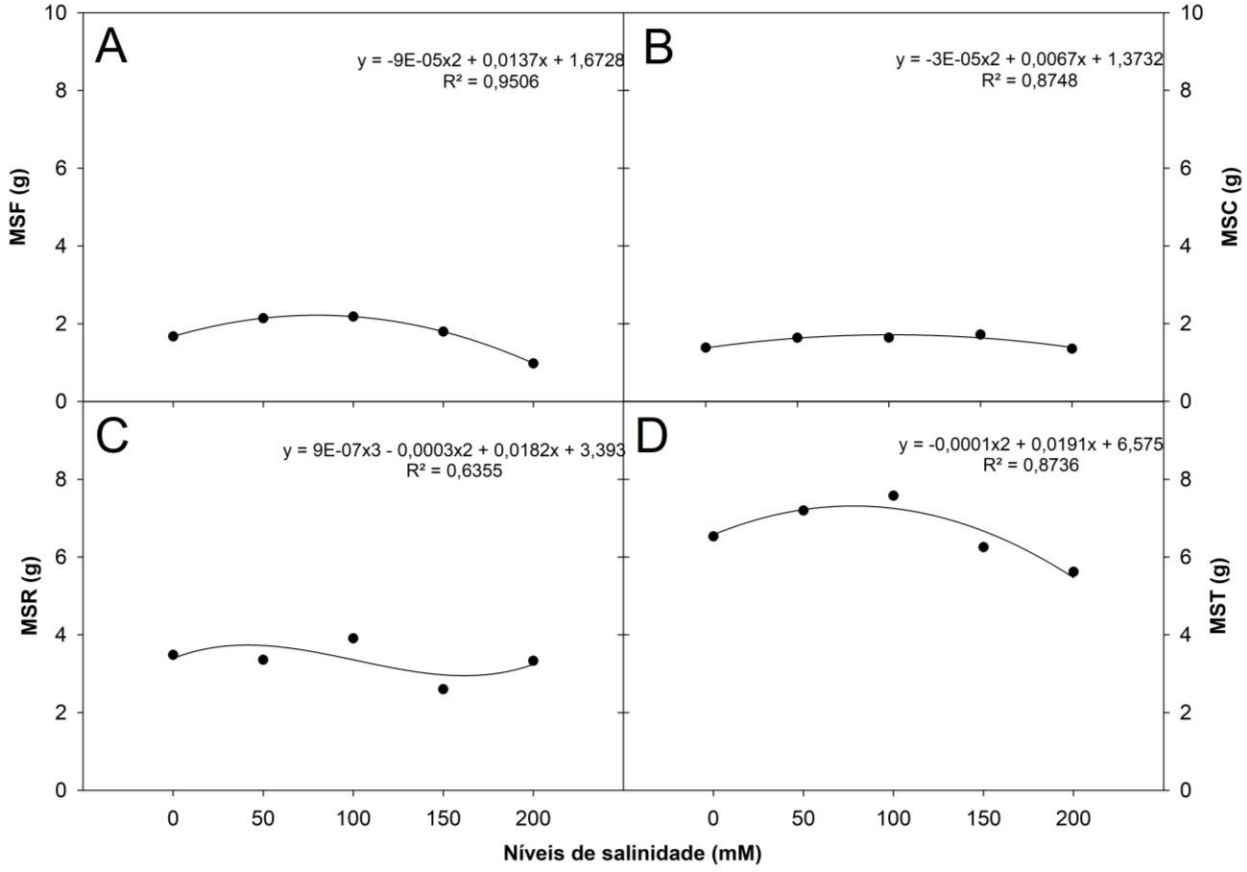
De forma integrada, a matéria seca total (MST – gráfico 4D) apresenta leve incremento em níveis intermediários de salinidade e redução nas maiores concentrações, refletindo principalmente o padrão observado para a biomassa

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 06/04/2026
Vol: 13.05
DOI: 10.66104/c7j6jy69
Pages: 1-32

foliar. Apesar dessa tendência, não foram observadas diferenças estatísticas marcantes entre os tratamentos para MSC, MSR e MST, indicando que o impacto da salinidade foi mais pronunciado sobre a fração foliar. Esse resultado está em concordância com Lopes, Lima e Klar (2012), que não observaram reduções significativas na produção de matéria seca da parte aérea e do sistema radicular em mudas de *Eucalyptus platyphylla* submetidas à salinidade. Por outro lado, Lopes e Klar (2009), ao avaliarem mudas de *Eucalyptus urograndis* sob estresse salino, verificaram redução significativa na produção de matéria seca em níveis mais elevados de salinidade, evidenciando que a resposta pode variar conforme o material genético e a intensidade do estresse.

Gráfico 4. Média da matéria seca da folha – MSF (A); matéria seca do caule - MSC (B); matéria seca da raiz - MSR (C); matéria seca total – MST (D) em mudas de *Eucalyptus urograndis GG680*, submetidas a diferentes níveis de salinidade.



Fonte: Autores (2026).

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 06/04/2026
Vol: 13.05
DOI: 10.66104/c7j6jy69
Pages: 1-32

No que se refere à relação raiz/parte aérea (R/PA – Gráfico 5), observa-se variação em função dos níveis de salinidade, com destaque para o tratamento de 200 mM, que apresentou o maior valor para essa variável, enquanto o tratamento de 150 mM apresentou a menor média. Esse comportamento pode ser descrito por um ajuste não linear, indicando que a resposta da planta à salinidade não ocorre de forma proporcional, mas sim em função da intensidade do estresse imposto. Em níveis mais elevados de NaCl, há tendência de aumento da relação raiz/parte aérea, refletindo maior investimento relativo no sistema radicular em detrimento da parte aérea.

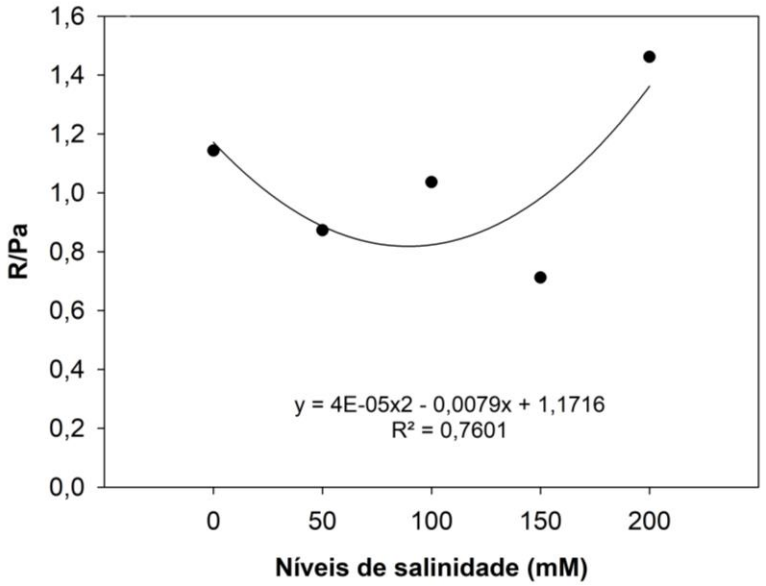
Esse incremento na relação R/PA sob maior estresse salino pode ser interpretado como uma estratégia adaptativa das mudas de *Eucalyptus urograndis* GG680, na qual o sistema radicular é favorecido com o objetivo de ampliar a exploração do solo para absorção de água e nutrientes, minimizando os efeitos osmóticos e iônicos causados pelo excesso de sais. Em contrapartida, a redução relativa da parte aérea, especialmente da fração foliar, está associada à maior sensibilidade desse órgão ao estresse salino, conforme já evidenciado nos resultados de área foliar e biomassa foliar.

Nesse contexto, uma maior relação raiz/parte aérea indica um ajuste no padrão de alocação de biomassa como resposta ao estresse, priorizando estruturas essenciais à sobrevivência em detrimento do crescimento aéreo. Esse comportamento está de acordo com o observado por Ferreira, Távora e Ferreyra Hernandez (2001), que destacam que, sob condições adversas, a redução da parte aérea em relação ao sistema radicular constitui uma resposta comum, associada à maior sensibilidade das folhas e à necessidade de otimização da absorção de recursos em ambientes limitantes.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 06/04/2026
Vol: 13.05
DOI: 10.66104/c7j6jy69
Pages: 1-32

Gráfico 5. Relação raiz parte aérea em mudas de Eucalyptus urograndis GG680, submetidas a diferentes níveis de salinidade.



Fonte: Autores (2026).

A alocação de biomassa entre os diferentes órgãos da planta constitui um importante indicador dos ajustes fisiológicos e do desempenho produtivo vegetal, permitindo inferir estratégias adaptativas frente a condições de estresse (Benincasa, 1988).

No gráfico 6, observa-se que o tratamento com 200 mM de salinidade promoveu maior alocação de biomassa nas raízes (ABR) em comparação aos demais tratamentos. Em contrapartida, esse mesmo nível de salinidade resultou na menor alocação de biomassa nas folhas (ABF), evidenciando um possível redirecionamento de recursos em resposta ao estresse salino.

A alocação de biomassa no caule (ABC) não apresentou diferença estatística significativa entre os tratamentos, indicando relativa estabilidade desse compartimento frente ao aumento da salinidade. De modo geral, em todos os tratamentos, a maior proporção de biomassa foi direcionada para as raízes, sugerindo que as mudas priorizam o desenvolvimento radicular, possivelmente

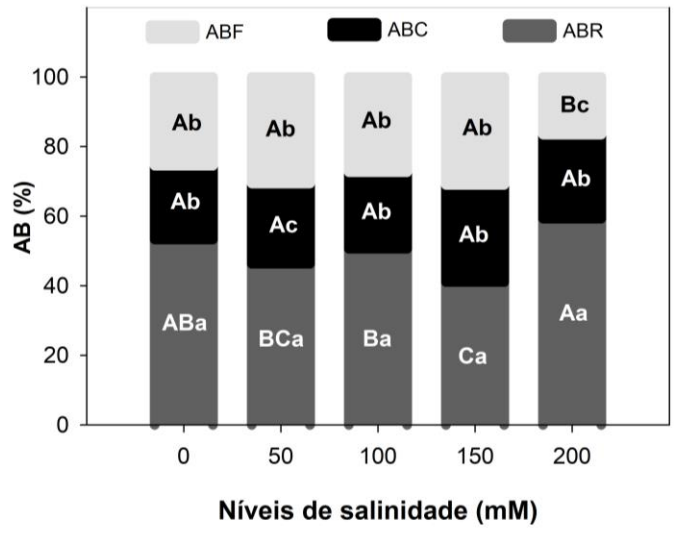
REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 06/04/2026
Vol: 13.05
DOI: 10.66104/c7j6jy69
Pages: 1-32

como estratégia para maximizar a absorção de água e nutrientes em condições adversas.

Resultados semelhantes foram observados por Shariat e Assareh (2016), que, ao avaliarem diferentes espécies de *Eucalyptus*, verificaram que a tolerância à salinidade em *Eucalyptus sargentii* e *Eucalyptus occidentalis* está associada a ajustes osmoprotetores, alterações nos pigmentos fotossintéticos e modificações na produção de biomassa. Adicionalmente, os autores relataram redução na biomassa total e na área foliar com o aumento da salinidade, corroborando os resultados obtidos neste estudo, especialmente quanto à menor alocação de biomassa foliar em níveis mais elevados de salinidade.

Gráfico 6. Alocação de biomassa para os órgãos folha (ABF), caule (ABC) e raiz (ABR), em mudas de *Eucalyptus urograndis GG680*, submetidas a diferentes níveis de salinidade. Letras maiúsculas comparam resultados dentro dos tratamentos e letras minúsculas comparam resultados entre os tratamentos analisados. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.



Fonte: Autores (2026).

5. Conclusão

Respondendo à pergunta do título desta pesquisa, sim, a salinidade compromete o desenvolvimento de mudas clonais de *Eucalyptus urograndis* GG680, com efeitos evidentes a partir de 100 mM de NaCl e intensificação em 200

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 06/04/2026
Vol: 13.05
DOI: 10.66104/c7j6jy69
Pages: 1-32

mM. Sendo as variáveis integridade de membranas e área foliar mais eficientes na detecção do estresse salino.

Os resultados indicam que o clone GG680 apresenta baixa tolerância à salinidade, sendo sugerido seu plantio em áreas sujeitas à baixa salinização. Seu uso pode ser indicado em regiões como restingas ou em solos com salinidade moderada a baixa, incluindo áreas afetadas por manejo inadequado de irrigação e drenagem ou por características naturais do material de origem, desde que os níveis de salinidade se mantenham iguais ou inferiores a 100 mM.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 06/04/2026
Vol: 13.05
DOI: 10.66104/c7j6jy69
Pages: 1-32

Referências

ADERALDO, F. I. C.; FERREIRA, G. D. S.; SOUSA, J. N. D.; BRITO, P. O. B. D.; GONDIM, F. A.. Impacto dos estresses hídrico e salino em mudas de Erythrina velutina Wild. **Revista Verde**, v. 17, n. 2, p. 127-14, 2022.

ANDRADE, J. R. D. **Bioquímica e Ecofisiologia de clones de Eucalyptus submetidos à salinidade do solo na fase inicial de crescimento.** 2019. 100 f. Tese (Doutorado em Agronomia) –Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, AL, 2019.

ARAÚJO, R. P. S. D.; SILVA, E. C. A. D.; SANTOS, C. A. D.; PACHECO, C. M.; NOGUEIRA, R. J. M. C. Influência da salinidade no crescimento inicial de mudas de *Jatropha curcas* L. **Revista Agrotecnologia,** Ipameri, v. 8, n. 1, p. 55 - 62, 2017.

BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. Experimentação agrícola. 4. ed. **Jaboticabal: FUNEP**,2006. 237 p.

BENINCASA, M. M. P. Análise de crescimento de plantas. **Jaboticabal: FUNEP**, p. 42, ed. 1, 1988.

BENINCASA, M. M. P. Análise de crescimento de plantas (noções básicas). **Jaboticabal: FUNEP**, p. 41, ed. 2, 2003.

CARDOSO, R. C.; ALCÂNTARA, A. L.; DE SOUZA; F. M.; ESPINHEIRA, M. J. C. L. Potencial antimicrobiano do óleo da folha de *Eucalyptus urograndis* frente *Stafilococus aureus*. ID online. **Revista de psicologia**, v. 13, n. 43, p. 989-1002, 2019. ISSN 1981-1179.

COSTA, B. S.; OLIVEIRA, M. L. Florestas plantadas de eucalipto no Brasil: uma cultura nociva aos recursos hídricos? **Veredas do Direito-Direito Ambiental e Desenvolvimento Sustentável**, v. 16, n. 36, p. 123-141, 2019.
DOI**:** https://doi.org/10.18623/rvd.v16i36.1671

COVA, A. M. W**. Respostas fisiológicas e bioquímicas do Noni (Morinda citrifolia l.) ao estresse salino.** 2016. 104 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, BH, 2016.

DA SILVA, A. R. A.; BEZERRA, F. M. L.; DE LACERDA, C. F.; DE SOUSA, C. H. C.; CHAGAS, K. L. Pigmentos fotossintéticos e potencial hídrico foliar em plantas jovens de coqueiro sob estresses hídrico e salino. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 10, n. 4, p. 317-325, 2016. DOI: https://doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v10i4.3650

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 06/04/2026
Vol: 13.05
DOI: 10.66104/c7j6jy69
Pages: 1-32

DE FREITAS, T.A.S; CARNEIRO, J.D.A.; MENDONÇA, A.V. R.; SOUZA, J. S.; DE OLIVEIRA, R. B.; LIMA, T. M. Produção de mudas *Eucalyptus robusta* cultivadas em solução nutritiva, sob estresse salino. **Scientia plena**, v. 8, n.4 (b), 2012.

DRUMOND, M. A.; OLIVEIRA, V. R. D.; RIBASKI, J. Eucalipto no Semiárido brasileiro. **Petrolina: Embrapa Semiárido**, p. 42, 2016. ISSN: 1808-9992.

FERREIRA, R. G.; TÁVORA, F. J. A. F.; FERREYRA HERNANDEZ, F. F. Distribuição da matéria seca e composição química das raízes, caule e folhas de goiabeira submetida a estresse salino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, p. 79-88, 2001. DOI: https://doi.org/10.1590/S0100-204X2001000100010

GANEO, A. L.; CÂNDIDO, L.; DOS SANTOS, J. A.; SCHIMIT, L. M.; CARRENHO, M. C. P.; DE OLIVEIRA, V. L.; ROCHA-LIMA, A. B. C. Células: uma breve revisão sobre a diversidade, características, organização, estruturas e funções celulares. **Unisanta BioScience**, v. 8, n. 4, p. 458-463, 2019.

GOMES, K. R.; AMORIM, A. V.; FERREIRA, F. J.; A FILHO, F. L.; LACERDA, C. F.; GOMES-FILHO, E. Respostas de crescimento e fisiologia do milho submetido a estresse salino com diferentes espaçamentos de cultivo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, p. 365-370, 2011. DOI: https://doi.org/10.1590/S1415-43662011000400006.

JAMIL, M.; LEE, K. J.; KIM, J. M.; KIM, H. S.; RHA, E. S. Salinity reduced growth PS2 photochemistry and chlorophyll content in radish. **Scientia Agricola**, v. *64*, p. 111-118, 2007. DOI: https://doi.org/10.1590/S0103-90162007000200002.

LICHTENTHALER, H. K.; BUSCHMANN, C. Chlorophylls and carotenoids: Measurement and characterization by UV-VIS spectroscopy. **Current protocols in food analytical chemistry**, v. 1, n. 1, p. F4. 3.1-F4. 3.8, 2001. DOI: https://doi.org/10.1002/0471142913.faf0403s01.

LOPES, T. D. C. **Desenvolvimento inicial de plantas de *Eucalyptus platyphylla* irrigado, em diferentes níveis de salinidade**. 2012. 73 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista "Julio Mesquita Filho", Botucaru, SP, 2012.

LOPES, T. D. C.; KLAR, A. E. Influência de diferentes níveis de salinidade sobre aspectos morfofisiológicos de mudas de *Eucalyptus urograndis*. Irriga, v. 14, n. 1, p. 68-75, 2009. DOI: https://doi.org/10.15809/irriga.2009v14n1p68-75.

LOPES, T. D. C.; DE LIMA, K.B.; KLAR, A. E. Desenvolvimento inicial de plantas de Eucalyptus platyphylla submetidas a níveis de salinidade. Irriga, v. 17, n. 4, p. 494-500, 2012. DOI: https://doi.org/10.15809/irriga.2012v17n4p494.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 06/04/2026
Vol: 13.05
DOI: 10.66104/c7j6jy69
Pages: 1-32

MATOS, F. S.; ROSSATO, L. V.; AMARO, C. L.; SILVA, F. D. C. M.; BRUNETTO, G.; MARCHEZAN, C.; HANZEL, F. B.. Eucalyptus urocam plant tolerance to salinity in response to silicon-based fertilization. **Revista Agrarian**, v. 14, n. 51, p. 43-52, 2021.

MELO, G. M. D.; BARBOSA, M.R.; DIAS, A. L. D. F.; WILLADINO, L.; CAMARA, T. R.. Pré-condicionamento in vitro de plantas de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) para tolerância ao estresse salino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, p. 27-33, 2014.

MENDONÇA, A. V. R.; CARNEIRO, J. G. D. A.; FREITAS, T. A. S. D.; BARROSO, D. G. Características fisiológicas de mudas de Eucalyptus spp submetidas a estresse salino. **Ciência Florestal**, v. 20, p. 255-267, 2010. DOI: https://doi.org/10.5902/198050981850.

MIELKE, M. S. Comparação de métodos de laboratório e de campo para estimativa da área foliar em fruteiras silvestres. **Scientia Agricola**, v. 52, n. 1, p. 82-88, 1995. DOI: https://doi.org/10.1590/S0103-90161995000100015.

NASCIMENTO, H. H. C. D. **Mecanismos fisiológicos e bioquímicos em mudas de jatobá (Hymenaea courbaril L.), sob condições adversas**. 2013. 162 f. Dissertação (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE, 2013.

NASCIMENTO, H. H. C. D.; SANTOS, C. A. D.; FREIRE, C. S.; SILVA, M. A. D.; NOGUEIRA, R. J. M. C.. Ajustamento osmótico em mudas de Jatobá submetidas à salinidade em meio hidropônico. **Revista Árvore**, v. 39, n. 4, p. 641 - 653, 2015.

NASIM, M.; QURESHI, R.H.; AZIZ, T.; SAQIB, M.; NAWAZ, S.; SAHI, S.T.; PERVAIZ, S. Screening trees for salinity tolerance: A case-study with ten *Eucalyptus* species. Pak. J. Agric. Sci, v. 44, n. 3, p. 385-396, 2007.

OLIVEIRA, C. D. S; GOMES, I.D.S.; PACHECO, J.S.; RIBEIRO, D.; MATOS, F.S. Disponibilidade de cálcio e crescimento de mudas de eucalipto sob estresse salino. Revista Agrarian, v. 11, n. 42, p. 299-306, 2018. DOI: https://doi.org/10.30612/agrarian.v11i42.3698.

OLIVEIRA, G. C. B. **Ecofisiologia de mudas clonais de *Eucalyptus urograndis* i144 submetidas ao estresse salino**. 2024. 52 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelo em Agronomia) – Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, AL, 2024.

OLIVEIRA, G. C. B.; BERNARDO, F. D. G.; SOUSA, A. F. D.; MOURA, B. G.; SANTOS, M. D. S.; GOMES, B. E. A.; SILVA, R. F. D.; SANTOS, B. F. D.; OLIVEIRA, N. P. D.; FREIRE, C. S.; NASCIMENTO, H. H. C. D.. Parâmetros Morfológicos e Biomassa Seca de Mudas de *Eucalyptus urograndis* i144

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 06/04/2026
Vol: 13.05
DOI: 10.66104/c7j6jy69
Pages: 1-32

Submetidas a Diferentes Níveis de Salinidade. **Revista de Gestão e Secretariado**, v. 16, n. 8, p. 01-15, 2025.

OLIVEIRA, W. J.; DE SOUZA, E. R.; SANTOS, H. R. B.; DE FRANÇA, Ê. F.; DUARTE, H. H. F.; DE MELO, D. V. M. Fluorescência da clorofila como indicador de estresse salino em feijão caupi. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 12, n. 3, p. 2592, 2018. ISSN 1982-7679.

SCHOSSLER, T. R.; MACHADO, D.; ZUFFO, A. M.; ANDRADE, F.; PIAUILINO, A. Salinidade: efeitos na fisiologia e na nutrição mineral de plantas. **Enciclopédia biosfera**, v. 8, n. 15, 2012.

SHARIAT, A; ASSAREH, M H. Physiological and Biochemical Responses of Eight Eucalyptus Species to Salinity Stress. **Ecopersia**, v. 4, n. 1, p. 1269-1282, 2016.

SILVA, A. V. L. D. **Carbono orgânico total e frações da matéria orgânica do solo na conversão de cana-de-açúcar para eucalipto em Alagoas**. 2019. 55 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, AL, 2019.

SILVA, F. A. D. M.; NUNES, G. M.; ZANON, J. A.; GUERRINI, I. A.; SILVA, R. B. D. Resíduo agroindustrial e lodo de esgoto como substrato para a produção de mudas de *Eucalyptus urograndis.* **Ciência Florestal**, v. 28, n. 2, p. 827-835, 2018. DOI: https://doi.org/10.5902/1980509832101.

SILVA, J. K. M.; OLIVEIRA, F. A.; MARACAJÁ, P. B.; DE FREITAS, R. D. S.; DE MESQUITA, L. X. Efeito da salinidade e adubos orgânicos no desenvolvimento da rúcula. **Revista Caatinga**, v.21, n 5, p. 30-35, 2008. ISSN: 1983-2125.

SILVEIRA, J. A.; SILVA, S. L.; SILVA, E. N.; VIÉGAS, R. A. Mecanismos biomoleculares envolvidos com a resistência ao estresse salino em plantas. **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**, v. 1, p. 161-18, 2010.

SIVIERO, A.; ROWEDER, C.; MACEDO, P.E.F.; FURTADO, E.L. Doenças em Eucalipto no Acre. **EMBRAPA**. Rio Branco, 2019. (FICHA CIRCULAR). ISSN 0100-9915.

SIVTSEV, M. V.; PONOMAREVA, S. A.; KUZNETSOVA, E. A. Effect of salinization and herbicides on chlorophyllase activity in tomato leaves. **Fiziologiya Rastenii**., v. 20, p. 62-65,1973. ISSN: 0015-3303.

TAIZ, L.; ZEIGER; E.; MALLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 6. ed. Artmed Editora, 858 p., 2017.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 06/04/2026
Vol: 13.05
DOI: 10.66104/c7j6jy69
Pages: 1-32

TEULIÈRES, C.; BOSSINGER, G.; MORAN, G.; MARQUE, C. Stress studies in *Eucalyptus.* **Global Science Books**, v. 1, n. 2, p. 197-215, 2007.

VASQUEZ-TELLO, A.; ZUILY-FODIL, Y.; PHAM, A.T.T., VIEIRA, J. B. S. Electrolyte and Pi leakages and soluble sugar content as physiological tests for screening resistance to water stress in phaseolus and vigna species**. Journal of Experimental Botany,** v. 41, n. 7, p. 827-832, 1990.

WILLADINO, L.; CAMARA, T. Tolerância das plantas à salinidade: aspectos fisiológicos e bioquímicos. **Enciclopédia biosfera**, v. 6, n. 11, 2010.