UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

HUMBERTO GILDO DE SOUSA

USO DE ZEÓLITAS COMO ALTERNATIVA PARA MINORAR OS EFEITOS DO ESTRESSE SALINO EM PLANTAS DE *Ixora coccínea L.*

FORTALEZA
2019

HUMBERTO GILDO DE SOUSA

USO DE ZEÓLITAS COMO ALTERNATIVA PARA MINORAR OS EFEITOS DO ESTRESSE SALINO EM PLANTAS DE *Ixora coccínea L.*

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola. Área de Concentração: Irrigação e Drenagem.

Orientador: Prof. Dr. Claudivan Feitosa de Lacerda.
Coorientador: Prof. Dr. Lindomar Roberto Damasceno Silva.

FORTALEZA

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S696u Sousa, Humberto Gildo de.
Uso de zeólitas como alternativa para minorar os efeitos do estresse salino em plantas de ixora coccínea l. / Humberto Gildo de Sousa. – 2019.
86 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Fortaleza, 2019.
Orientação: Prof. Dr. Claudivan Feitosa de Lacerda.
Coorientação: Prof. Dr. Lindomar Roberto Damasceno Silva.

1. Zeólitas. 2. Salinidade. 3. Halófitas. 4. Ixora coccínea L.. I. Título.

CDD 630

HUMBERTO GILDO DE SOUSA

USO DE ZEÓLITAS COMO ALTERNATIVA PARA MINORAR OS EFEITOS DO ESTRESSE SALINO EM PLANTAS DE *Ixora coccínea L.*

Dissertação apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola. Área de Concentração Salinidade e Drenagem.

Aprovada em: ___/___/_____

BANCA EXAMINADORA

_____

Prof. Claudivan Feitosa de Lacerda, Dr.
Universidade Federal do Ceará (UFC)

_____

Prof. Lindomar Roberto Damasceno Silva, Dr.
Universidade Federal do Ceará (UFC)

_____

Prof. Alan Diniz Lima, Dr.
Faculdade Terra Nordeste (FATENE)

_____

Dra. Krishna Ribeiro Gomes
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus, pela fé e perseverança que me mantém vivo e fiel e pela dádiva da vida. Aos meus avós, por tudo que representam em minha vida e que certamente estão comigo festejando este grande momento. (*in memoriam*)

Aos meus Pais, **Antônio Eduardo de Sousa** e **Maria Hosana de Sousa** e a todos meus irmãos em especial ao Milton por nunca ter medido esforço para estar ao meu lado nos momentos mais difíceis e ter confiado em mim e me dado força, apoio e carinho para que eu não desistisse do meu sonho.

AGRADECIMENTOS

A Deus, através da fé e sabedoria ensinou o livre arbítrio, e com ele tive as minhas melhores escolhas;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio financeiro com a concessão da bolsa de estudos.

À Agência de Desenvolvimento do Estado do Ceará (ADECE) e à Capes pelo suporte financeiro para realização da pesquisa.

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola/Irrigação e Drenagem, pela oportunidade e suporte oferecidos.

A toda minha família, em especial, aos meus pais, Antônio Eduardo de Sousa e Maria Hosana de Sousa, aos meus irmãos Paulo, Carlo, Wilson, Gilson, Milton, Gleiciane e Gilsilane, aos meus amigos que também de alguma forma me incentivaram para que eu não desistisse do meu sonho.

Aos meus Avôs (in memória), que com eles tive valores muito importantes na vida, Antônio Mariano e Alvina Mariano, os quais me presentearam com toda a força de pessoas do bem que souberam crescer com seus esforços, À Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias e a todos os Departamentos, em especial, ao de Engenharia Agrícola pela formação.

Ao Professor Dr. Claudivan Feitosa de Lacerda, meu orientador e amigo, pelos ensinamentos passados em trabalhos de campo durante alguns semestres que atuei como bolsista de iniciação cientifica, adquirindo conhecimentos práticos além de não medir esforço para que esse trabalho acontecesse.

Ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade, INCTSal, pelo financiamento e apoio ao projeto.

A Dra. Antônia Leila Rocha Neves, pelos ensinamentos, motivação pessoal e amizades.

Aos colegas e amigos, Antônio Vanklane, Janiquelle, Mardones, Eduardo, Júlia, Edibergue e Alfredo Mendonça por todo o conhecimento que adquirimos juntos durante toda jornada de trabalho em campo e em disciplinas acadêmicas.

Muito obrigado.

Se o momento é de crise, não te perturbes, segue, serve e ora, esperando que suceda o melhor. Queixas, gritos e mágoa são golpes em ti mesmo. Silencia e abençoa, a verdade tem voz.

Chico Xavier.

RESUMO

A produção hortícola, em especial a produção ornamental, está associada ao alto consumo de água, dessa forma exigem disponibilidade de água doce para garantir uma produtividade satisfatória de modo que tenha uma aceitabilidade no mercado de flores. Os elevados requerimentos hídricos pelas culturas ou mesmo a baixa qualidade de diversas fontes hídricas para irrigação, podem favorecer a utilização de outra fonte inadequada para agricultura, como no caso das águas salinas e salobras. Entretanto, esse recurso uma vez usado de forma descontrolada, pode ocasionar diversos problemas relacionados à estrutura do solo e ao desenvolvimento das culturas. Dessa forma, a pesquisa teve como objetivo avaliar a tolerância de uma espécie de plantas ornamental a quatro níveis crescentes de salinidade da água de irrigação e o potencial de uma espécie de zeólitas do tipo A para minorar os efeitos do estresse salino. A pesquisa foi desenvolvida em casa de vegetação na área experimental da Estação Agrometeorológica, pertencente ao Departamento de Engenharia Agrícola, no Campus do Pici, da Universidade Federal do Ceará, município de Fortaleza - Ceará, no período de abril a junho de 2018. Para o estudo foi adotado o delineamento em blocos casualizados (DBC), em esquema fatorial 4×2, correspondendo, quatro níveis de salinidade da água de irrigação (CEa) (0,6; 2,0; 3,4 e 5,0 dS m^{-1}), com presença e ausência de zeólita, totalizando 8 tratamentos, com 4 repetições. Os tratamentos foram distribuídos em blocos casualizados em esquema fatorial com quatro repetições, cada repetição com três plantas e quatro níveis salinos, com presença e ausência de zeólitas. Para a preparação dos tratamentos salinos foram adicionados à água de poço, os sais NaCl, $CaCl_2.2H_2O$ e $MgCl_2.6H_2O$, na proporção equivalente a 7:2:1, obedecendo-se a relação entre CEa e sua concentração (mmolc L^{-1} = CE x 10). Cada bloco tinha 24 unidades experimentais totalizando 96 plantas da espécie *Ixora coccínea* e as mesmas foram transplantadas para vasos de material plásticos, com volume de 7 litros, com preenchimento de uma camada de brita (número 0), com substrato onde a composição foi solo, arisco e húmus de minhocas na proporção de 6:3:1, respectivamente. Aos tratamentos foram incorporados uma espécie de zeólita do tipo A ao substrato em quantidade de 40 g por vasos. A quantidade de água foi aplicada com o intuito de proporcionar uma livre drenagem pelos furos, localizados na parte inferior dos vasos e assim evitar o acúmulo excessivo de sais e água no substrato. Uma vez por semana, após o início da drenagem, foi fornecida uma fração de lixiviação de 15%. As plantas daninhas foram eliminadas de forma manual. As variáveis analisadas foram; Alturas das plantas, diâmetro caulinar, número de ramos, área foliar, produção de biomassa, área foliar

específica, taxa de crescimento absoluto, taxa de crescimento relativo, percentagem de plantas vivas ao final do experimento, trocas gasosas, índice relativo de clorofila e análise sensorial. A espécie ornamental *Ixora coccínea L*, responde de forma significativa aos diferentes níveis de salinidade da água de irrigação, podendo-se tolerar ainda valores maiores. A salinidade da água de irrigação apresentou efeitos deletérios à espécie ornamental *I. coccínea,* provocando reduções nas trocas gasosas foliares, na produção de flores e no crescimento das plantas. Não se observou acúmulo de Na^+ nos tecidos foliares, sugerindo que os efeitos negativos da salinidade foram associados principalmente ao componente osmótico do estresse salino. Interação entre salinidade e zeólitas foi observada para produção de biomassa da parte aérea, biomassa total, número de ramos, área foliar específica e razão de área foliar. Entretanto, o baixo acúmulo de sódio nas folhas dificultou o esclarecimento de algum efeito benéfico da zeólita em *I. coccínea L.* sob estresse salino.

Palavras–chave: Zeólitas. Salinidade. Halófitas. *Ixora coccínea L.*

ABSTRACT

Horticultural production, especially ornamental production, is associated with high water consumption, thus requiring availability of fresh water to ensure satisfactory productivity so that it is acceptable in the flower market. The high water requirements by the crops or even the low quality of several water sources for irrigation, can favor the use of another source unsuitable for agriculture, as in the case of salt water and brackish water. However, this resource, once used in an uncontrolled way, can cause several problems related to soil structure and crop development. The objective of this research was to evaluate the tolerance of an ornamental plant species to four increasing levels of irrigation water salinity and the potential of a zeolite species to reduce the effects of saline stress. The research was carried out in a greenhouse at the Agrometeorological Station experimental area, belonging to the Agricultural Engineering Department, at the Pici Campus, Federal University of Ceará, Fortaleza - Ceará, from April to June 2018. A randomized complete block design (DBC) was used in a 4 × 2 factorial scheme, corresponding, four levels of irrigation water salinity (CEa) (0.6, 2.0, 3.4 and 5.0 dS m^{-1}), with presence and absence of zeolite, totaling 8 treatments, with 4 replicates. The treatments were distributed in randomized blocks in a factorial scheme with four replicates, each replicate with three plants and four saline levels, with presence and absence of zeolites. The NaCl, CaCl2.2H2O and MgCl2.6H2O salts were added to the well water, in the proportion equivalent to 7: 2: 1, following the relationship between CEa and its concentration (mmolc L^{-1} = EC x 10). Each block had 24 experimental units totaling 96 plants of the coconut Ixora species and were transplanted to plastic vessels, with a volume of 7 liters, filled with one layer of gravel (number 0), with substrate where the composition was soil , hawthorn and earthworm humus in the ratio of 6: 3: 1, respectively A zeolite type A was added to the substrate in a quantity of 40 g per vessel. The amount of water was applied in order to provide a free drainage through the holes located in the lower part of the vessels and thus avoid excessive accumulation of salts and water in the substrate. Once a week, after the beginning of the drainage, a leaching fraction of 15% was supplied. Weeds will be disposed of manually. The variables analyzed were; Plant height, stem diameter, leaf number, leaf area, biomass production, specific leaf area, absolute growth rate, relative growth rate, percentage of live plants at the end of the experiment, leachate analysis, substrate analysis, relative chlorophyll index and sensorial analysis. The salinity of the irrigation water presented deleterious effects to the ornamental species *I. coccinea*,

provoking reductions in leaf gas exchange, flower production and plant growth. No interaction of Na + in leaf tissues was observed, suggesting that the negative effects of salinity were mainly associated with the osmotic component of saline stress. Interaction between salinity and zeolites was observed for aerial biomass production, total biomass, number of branches, specific leaf area and leaf area ratio. However, the low sodium accumulation in the leaves made it difficult to elucidate some beneficial effect of zeolite on *I. coccinea* under salt stress.

Keywords: Zeolites. Salinity. Halophytes. Ixora coccinea L.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Ambiente protegido, utilizado para condução do experimento 29
Figura 2 – Valores médios diários referentes à temperatura (A) e umidade relativa do ar (B) 29
Figura 3 – Croqui do experimento 31
Figura 4 – Mudas de *Ixora coccínea* espécie ornamental utilizada no experimento 32
Figura 5 – Preparação da zeólita do tipo A utilizada no experimento 34
Figura 6 – Incorporação da zeólita do tipo A no substrato. 35
Figura 7 – Dimensões do vaso utilizado no experimento 36
Figura 8 – Vista parcial de condução do experimento na casa de vegetação 37
Figura 9 – Mensuração da área foliar da espécie ornamental 38
Figura 10 – Mensuração das raízes, caules, folhas e flores da espécie ornamental 41
Figura 11 – Mensuração de flores conforme o desenvolvimento 42
Figura 12 – Avaliação das trocas gasosas das plantas ornamentais 43
Figura 13 – Avaliação do índice clorofila com o auxílio de um medidor portátil (SPAD) 44
Figura 14 – Análise sensorial realizada na cantina ao lado do Departamento de Engenharia Agrícola no Campus do Pici, Fortaleza, Ceará, Brasil 46
Figura 15 – Altura da planta (AP) e números de ramos (NR) da espécie ornamental *Ixora coccínea* submetida à irrigação com água salina com presença e ausência de zeólitas 49
Figura 16 – Área foliar (AF) e área foliar específica (AFE) da espécie ornamental *Ixora coccínea* submetida à irrigação com água salina com presença e ausência de zeólitas 51
Figura 17 – Razão de área foliar da espécie ornamental *Ixora coccínea* submetida à irrigação com água salina com presença e ausência de zeólitas 53
Figura 18 – Fotossíntese (A), condutância estomática (gs), transpiração (E) e concentração interna de CO_2 da espécie ornamental *Ixora coccínea* submetida à irrigação com água salina com presença e ausência de zeólitas 55

Figura 19 – Índice SPAD (A) da espécie ornamental *Ixora coccínea* submetida à irrigação com água salina com presença e ausência de zeólitas 59
Figura 20 – Eficiência instantânea da carboxilação (A/Ci) e eficiência intrínseca no uso da água da espécie ornamental *Ixora coccínea* submetida à irrigação com água salina com presença e ausência de zeólitas 60
Figura 21 – Taxa de crescimento absoluto em altura (TCAA) e crescimento relativo em altura (TCRA) da espécie ornamental, *Ixora coccínea* submetida à irrigação com água salina com presença e ausência de zeólitas..... 62
Figura 22 – Biomassa seca da raiz (BSR) e biomassa de flores (BSF) da espécie ornamental, *Ixora coccínea* submetida à irrigação com água salina com presença e ausência de zeólitas 65
Figura 23 – Biomassa seca da parte aérea (BSPA) e biomassa seca total (BST) da espécie ornamental, *Ixora coccínea* submetida à irrigação com água salina com presença e ausência de zeólitas 66
Figura 24 – Número de flores iniciais (A) e números de flores abertas (B) da espécie ornamental, *Ixora coccínea* submetida à irrigação com água salina com presença e ausência de zeólitas 69
Figura 25 – Notas atribuídas pelos julgadores da espécie ornamental, *Ixora coccínea* submetida à irrigação com água salina com presença e ausência de zeólitas 76
Figura 26 – Preferência dos julgadores quando questionado sobre qual amostras *Ixora coccínea* submetidas aos quatros níveis salinos na presença e ausência de zeólita..... 77

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Classificação de genótipo quanto a salinidade, baseando-se na redução da produção 45

Tabela 2 – Espécie, tratamento e código que as amostras receberam antes da análise sensorial..... 47

Tabela 3 – Resumo da análise de variância, referentes aos dados de altura da planta (AP), diâmetro caulinar (DC), números de ramos (NR), área foliar (AF), área foliar específica (AFE) e razão de área foliar (RAF) da espécie ornamental cultivada com água salina e presença e ausência de zeólita. 48

Tabela 4 – Resumo da análise de variância, referentes aos dados de trocas gasosas: fotossíntese (A), condutância estomática (gs), transpiração (E) e concentração interna de CO_2 (Ci) da espécie ornamental, submetida à irrigação com água salina com presença e ausência de zeólitas 54

Tabela 5 – Resumo da análise de variância, referentes aos valores de clorofila total medido através do índice SPAD em uma espécie ornamental, cultivada com água salina com presença e ausência de zeólita 58

Tabela 6 – Resumo da análise de variância referentes aos dados eficiência instantânea carboxilação (A/Ci), eficiência instantânea no uso da água (A/E) e eficiência intrínseca no uso da água (A/Gs), da *Ixora coccínea,* espécie de planta ornamental, cultivadas com água salina com presença e ausência de zeólita. 59

Tabela 7 – Resumo das análises de variância referentes às taxas de crescimentos absoluto em altura (TCAA) e diâmetro (TCAD) e taxa de crescimento relativo em altura (TCRA), diâmentro (TCRD) e suculência foliar (SF) em palantas ornamental, cultivadas em diferentes níveis de salinidade com presência e ausência de zeólita. 62

Tabela 8 – Resumo das análises de variância referentes aos dados de biomassa seca de flores (MSFL), radicular (BSR), biomassa seca da parte aérea (BSPA) e biomassa seca total (BST), de uma espécie de planta

ornamental, cultivadas com água salina com presença e ausência de zeólita 64
Tabela 9 – Resumo da análise de variância de flores iniciais (FL/INI), desenvolvida (FL/DES) e aberta (FL/ABE) de *Ixora coccínea,* planta ornamental, cultivada com água salina, na presença e ausência de zeólita 68
Tabela 10 – Resumo da análise de variância dos teores de sódio (Na^+) e potássio (K^+) e a relação sódio e potássio (Na^+/K^+) nas folhas, de *Ixora coccínea,* planta ornamental, cultivada com água salina, na presença e ausência de zeólita 71
Tabela 11 – Porcentagem de plantas ornamentais vivas ao final do experimento, cultivado com diferentes concentrações salinas na presença e ausência de zeólita 72
Tabela 12 – Redução da produção de BSPA, BST, NR, AFE, e AG de plantas da espécie *Ixora coccínea* e classificada quanto à tolerância a salinidade, em resposta às combinações de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação com presença e ausência de zeólita 74
Tabela 13 – Resumo das análises de variâncias para as notas da análise sensorial da espécie de planta ornamental *Ixora coccínea*, cultivadas com água de diferentes salinidades com presença e ausência de zeólita 75

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADECE	Agência de Desenvolvimento do Estado do Ceará
AF	Área Foliar
AFE	Área Foliar Específica
AG	Aparência Geral
AP	Altura da planta
BSPA	Biomassa Seca da Parte Aérea
BSR	Biomassa Seca da Raiz
BST	Biomassa Seca Total
$CaCl_2$	Cloreto Cálcio ($CaCl_2.2H_2O$)
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CEa	Condutividade Elétrica da água de Irrigação
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CTC	Capacidade de Troca Catiônica
DC	Diâmetro Caulinar
FL/ABE	Número de Flores Abertas
FL/DES	Número de Flores Desenvolvidas
FL/INI	Número de Flores Iniciais
INCTSal	Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade
ITN	Irrigação Total Necessária
LTA	Tipo de estrutura (Linde Type A) da Zeólita A
$MgCl_2$	Cloreto de Magnésio ($MgCl_2.6H2O$)
MSFL	Biomassa Seca de Flores
NaCl	Cloreto de Sódio
NR	Números de Ramos.
RAF	Razão Área Foliar
RP	Redução da Produção
SF	Suculência Foliar
TCAA	Taxa de Crescimento Absoluto em Altura
TCAD	Taxa de Crescimento Absoluto em Diâmetro
TCRA	Taxa de Crescimento Relativo em Altura
TCRD	Taxa de Crescimento Relativo em Diâmetro

UFC Universidade Federal do Ceará

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 20
2 OBJETIVOS 22
2.1 Objetivo geral 22
2.2 Objetivo específicos 22
3 REVISÃO DE LITERATURA 23
3.1 Uso de água salina na agricultura 23
3.2 Efeitos da salinidade sobre as plantas 23
3.3 Mecanismo de tolerânça das plantas à salinidade 24
3.4 Plantas ornamentais no Brasil 25
3.5 Espécies ornamentais: *Ixora coccínea L* 26
3.6 Zeólitas e sua utilização na agriccultura 26
4 MATERIAL E MÉTODOS 28
4.1 Localização e caracterização do local do experimento 28
4.2 Delineamento experimental e tratamentos 29
4.3 Material vegetal 32
4.4 Água utilizada no experimento 32
4.5 Preparação da zeólita 33
4.6 Instalação do experimento 34
4.7 Manejo e condução do experimento 36
4.8 Variáveis analizadas 37
4.8.1 Variáveis biométricas *37*
4.8.2 Característica morfológicas foliares *38*
4.8.3 Análise quantitativas de crescimento *39*
4.8.4 Produção de biomassa *40*
4.8.5 Avaliação de flores *42*
4.8.6 Porcentagem de plantas vivas ao final do experimento *42*
4.8.7 Variáveis fisiológicas *42*
4.8.8 Índice relativo de clorofila: Índice SPAD *43*
4.8.9 Índice de tolerância à salinidade *44*
4.8.10 Análise sensoriais *45*
4.8.11 Análise estatísticas *47*

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO 48
5.1 Variáveis biométricas 48
5.1.1 Altura de plantas e números de ramos *48*
5.1.2 Área foliar e área foliar específica *50*
5.1.3 Razão de área foliar *52*
5.2 Varíáveis fisiológicas 54
5.2.1 Trocas gasosas foliares *54*
5.3 Teores de clorofila total: Índice SPAD 57
5.4 Análise quantitativas de crescimento 61
5.5 Taxa de crescimento absoluto e relativo em altura da planta 62
5.6 Produção de biomassa 64
5.6.1 Biomassa seca da raiz e de flores *64*
5.6.2 Biomassa seca da parte aérea e total *66*
5.7 Número de flores 67
5.8 Número de flores iniciais e abertas 68
5.9 Análise química do tecido vegetal 70
5.10 Porcentagem de plantas vivas ao final do experimento 71
5.11 Índice de tolerância a salinidade com base no percentual de redução 73
5.12 Análise sensorial 74
6 CONCLUSÃO 79
REFERÊNCIAS 80
APÊNDICE A – INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS 88

1 INTRODUÇÃO

Os elevados requerimentos hídricos pelas culturas ou mesmo a baixa qualidade de diversas fontes hídricas para irrigação, podem favorecer a utilização de outra fonte considerada inadequada para agricultura, como no caso das águas salinas e salobras. Entretanto, esse recurso uma vez usado de forma descontrolada e frequente, pode ocasionar diversos problemas relacionados à estrutura do solo e ao desenvolvimento das culturas irrigadas. Porém, o uso de estratégias de manejo e o cultivo de espécies tolerantes, podem permitir o aproveitamento dessas fontes hídricas na irrigação (LACERDA *et al*., 2016; GARCÍA-CAPARRÓS; LAO, 2018).

Segundo o Ibraflor (2015), a região Nordeste vem registrando nos últimos anos elevadas taxas de crescimento no segmento de flores e de espécies ornamentais, se destacando como um dos principais produtores. Nesse contexto, destaca-se o Estado Ceará, sendo o segundo maior exportador de rosas e flores tropicais, perdendo apenas para o Estado de São Paulo. Essas espécies podem ser alternativas para o aproveitamento de águas salobras na irrigação, diminuindo a competição pela água de boa qualidade (CARTER; GRIEVE, 2010), como tem sido sugerido para outros países (MYIAMOTO *et al*., 2004; CASSANITI *et al*., 2013; NIU; STARMAN; BYRNE, 2013; GARCÍA-CAPARRÓS *et al.,* 2016).

Sousa *et al.* (2014), enfatizam que a salinidade do solo é um dos principais fatores que ocasiona estresses abióticos e caracteriza-se pela presença de altas concentrações de sais na solução do solo, com ampla ocorrência no mundo, principalmente em regiões de clima árido e semi-árido. É um tema de pesquisa que merece atenção, pois diminui a produtividade das lavouras por meio da redução da disponibilidade de água no solo e também pela toxicidade de elementos químicos, principalmente sódio.

Durante algumas décadas os produtores utilizaram recursos hídricos de alta qualidade para irrigação de espécies ornamentais, especialmente quando elas apresentavam alto valor econômico. Passado o tempo, com aumento da população e consequentemente da produção agrícola, juntamente com a diminuição das fontes de água doce, continuam a intensificar a competição pela água de boa qualidade (CARTER; GRIEVE, 2010).

O efeito da irrigação com água salina em plantas ornamentais tem sido investigado em uma extensão muito menor, quando comparado com outras culturas, isso porque geralmente as plantas ornamentais são irrigadas com água de boa qualidade. Assim, há muitos trabalhos em que trata do efeito do estresse salino em espécie de plantas ornamentais, descrevendo os efeitos em uma ou mais espécies (GARCÍA-CAPARRÓS *et al*., 2016).

Vieira, Rodrigues e Martins (2014) definem que zeólitas são aluminossilicatos cristalinos microporosos constituídos por um arranjo tridimensional de tetraedros TO_4 (SiO_4 ou ALO_4^-) ligados entre si para formar subunidades e, finalmente, enormes redes poliméricas compostas por blocos idênticos, a qual se dá o nome de células unitárias. As zeólitas possuem capacidade de adsorção, troca catiônica e atividade catalítica, o que permite a possibilidade de várias aplicações em diversos setores industriais.

O estudo destes materiais zeolíticos tem despertado grande interesse devido às suas propriedades intrínsecas (estabilidade térmica, acidez, entre outras), (ALGOUFI; HAMEED, 2014). Wen, Dong e Zeng, (2018), ressaltam que o uso de zeólitas naturais quimicamente modificadas ou zeólitos sintéticos têm sido utilizados para reduzir o Na^+ em vários tipos de água salinas/ sódicas.

Considerando-se que um dos efeitos da salinidade sobre as plantas está relacionado com o acúmulo de íons potencialmente tóxicos, como o Na^+, é possível levantar a hipótese de que as zeólitas podem minimizar esse impacto, aumentando a retenção desse íon, especialmente sob irrigação com águas salobras ou salinas. Isso pode ser mais relevante em cultivo em vasos, onde se torna possível conhecer o balanço da entrada e saída de sais do sistema, bem como quantificar o sódio retido pelas zeólitas e as possíveis consequências positivas para as plantas. Vale destacar, no entanto, que pesquisas com zeólitas com esse objetivo ainda são escassas. Nesse contexto, o objetivo do trabalho foi avaliar o potencial de uma zeólita sintética do tipo A, aplicada ao substrato, a fim de reduzir a extração de Na^+ por plantas da espécie ornamental *Ixora coccínea L,* e consequentemente mitigar os efeitos negativos da salinidade na fisiologia e no crescimento dessa espécie.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar o potencial da zeólita sintética do tipo A e da classe LTA para minorar os efeitos do estresse salino em mudas da espécie ornamental *Ixora coccínea L.*

2.2 Objetivos específicos

- Avaliar a tolerância de *Ixora coccínea L.* à salinidade da água de irrigação;
- Avaliar o desempenho da zeólita do tipo A e da classe LTA na retenção de sódio em substrato cultivado com plantas ornamentais irrigadas com diferentes níveis de salinidade.
- Avaliar o crescimento das plantas, análise mineral, trocas gasosas foliares e índice de clorofila.
- Avaliar a aceitabilidade das plantas em estudo pelos consumidores por meio da realização de análise sensorial ao final do experimento.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Uso de água salina na agricultura

À medida que a população vem aumentando, também há tendência de aumentar a demanda do uso da água, seja para fins domésticos, urbano e agrícola. Vale ressaltar que a irrigação desempenha um importantíssimo papel em relação à manutenção da produção de alimentos (HILLEL, 1997). A escassez de água de boa qualidade para irrigação agrícola, hoje vem contribuindo para que os agricultores venham a usar águas de baixa qualidade como uso alternativo na agricultura (CHOUDHARY *et al*., 2010).

Com a diminuição de água potável para fins agrícola, principalmente em regiões áridas e semiáridas, forçou a uma grande dependência de uso de água salgada ou mesmo salobra para irrigação. Mesmo que seja usada uma água de má qualidade na irrigação de culturas, essa prática exige solos de boa drenagem, culturas tolerantes ao sal, além de práticas culturais apropriadas, incluindo irrigação e manejo adequado (MALASH *et al*., 2008).

Segundo Fao (2002), estima-se que no mundo, cerca de 45 milhões de hectares enfrentam problemas de salinidade, o que corresponde a aproximadamente 19,5% das áreas irrigadas. Desse total, estima-se que 40% se localiza nas áreas das regiões áridas e semiáridas onde existe deficiência de drenagem natural e elevada evapotranspiração as quais são fatores contribuintes para os problemas de salinidade.

3.2 Efeitos da salinidade sobre as plantas

Dias *et al*. (2005), em seu estudo, observaram que os efeitos causados pela toxidade nas plantas, ocorrem quando elas absorvem os sais na solução do solo juntamente com a água, assim favorecendo o acúmulo de sais na parte aérea da planta resultando em toxidade. O excesso acumulado resulta em alguns danos como desbalanceamento nutricional, danos na bordadura e no ápice das folhas, havendo nessas regiões, acúmulo dos sais translocados do solo para a parte aérea da planta e assim comprometendo o processo de transpiração. Dos íons que podem apresentar toxidez as plantas, os mais evidentes nos solos salinos são: o cloro, sódio e boro, vale ressaltar que a toxicidade mais frequente é a provocada pelo cloro, seguida do sódio e por fim o boro (LIMA, 1997; AYERS; WESTCOT, 1999).

Segundo Cavalcante (2010), o excesso de sais de sódio, além de trazer prejuízos às propriedades físicas e químicas do solo, causa também a redução generalizada do crescimento das plantas cultivadas e assim provoca sérios prejuízos na agricultura. O grau ou mesmo a concentração de sais que determinam essa redução pode variar com a espécie, e assim esse fato estar relacionado com a tolerância de cada espécie de planta à salinidade (FERREIRA *et al.,* 2001).

Entretanto, os problemas relacionados à salinidade nos solos cultivados, estão relacionadas principalmente às respostas fisiológicas ou mesmo metabólicas das plantas, afetando seu desenvolvimento desde o estádio de germinação, consequentemente ocasionando redução na produtividade e, quando considerados mais severos, podem levar a morte da planta (FARIAS, 2008).

3.3 Mecanismos de tolerância das plantas à salinidade

As plantas possuem mecanismos de defesa ou mesmo de adaptação, quando são submetidas a situações adversas, como em meio salino, em que reduzir algumas de suas funções metabólicas e fisiológicas, é algo crucial para tentar se adaptar às mudanças abióticas do meio e garantir a sobrevivência.

A salinidade é considerada um problema mundial que resulta na redução considerável da produtividade das culturas. Lembrando que este problema se agrava mais nas regiões áridas e semiáridas, principalmente as do Nordeste brasileiro, onde a salinidade é tratada como fator limitante na produtividade agrícola (SILVEIRA *et al*., 2012). Tem-se uma estimativa de que 30 milhões de hectares do planeta são afetados por problemas de salinidade, sendo que aproximadamente 0,25 a 0,50 milhões de hectares de área agricultáveis são perdidos a cada ano decorrente da salinização do solo (FAO, 2002).

A resposta das plantas à salinidade é dependente de uma diversidade de fatores dentre eles da espécie, do estádio fenológico, do genótipo e do período de exposição da planta ao meio salino. As diferenças estão associadas aos mecanismos desenvolvidos pelas espécies sejam eles biológicos e fisiológicos como as alterações nas vias fotossintéticas, ajustamento osmótico, síntese de osmólitos compatíveis e ativação de sistemas antioxidantes enzimáticos e não enzimáticos, favorecendo ao aumento da capacidade de sobrevivência das plantas mesmo em ambientes onde as concentrações de sais se mostram elevadas, mesmo assim tais

mecanismos facilitam a absorção e retenção de água, protegem as funções dos cloroplastos e mantém a homeostase iônica (PARIDA e DAS, 2005; MUNNS e TESTER, 2008).

O componente osmótico é entendido como sendo as elevadas concentrações de sais dissolvidos na solução solo, as quais são responsáveis por reduzir o potencial osmótico da solução, contribuinte na diminuição da disponibilidade de água para as plantas. Assim, determinadas plantas têm potencial para criar mecanismos de ajuste osmótico na célula vegetal, como exemplo as halófitas, para assegurar a manutenção do turgor e a entrada de água para o crescimento celular e a sobrevivência da planta. Já as glicófitas são mais sensíveis aos sais, dificilmente terá um ajuste osmótico eficiente comparado aos das plantas mais tolerantes à salinidade (TESTER & DAVENPORT, 2003).

Segundo Larcher (2000) as plantas consideradas mais adaptadas aos ambientes salinos, são conhecidas como halófitas, já as plantas mais sensíveis à salinidade ou mesmo pouco adaptadas aos ambientes salinos, são chamadas de glicófitas.

De acordo com Fageria (1985), as culturas podem ser classificadas por grupo seguindo o índice de tolerância à salinidade de acordo com a condutividade elétrica no extrato de saturação do solo (CEes), como: sensível (SL< 1,3 dS m^{-1}), moderadamente sensível (1,3 <SL< 3,0 dS m^{-1}), moderadamente tolerante (3,0 < SL < 6,0 dS m^{-1}), tolerante (6,0 < SL < 10,0 dS m^{-1}) e não adequada CEes > 10,0 dS m^{-1}.

3.4 Plantas ornamentais no Brasil

Segundo Heiden (2006), no Brasil algumas espécies de plantas como orquídeas, samambaia e bromélias são obtidas de forma extrativista, insustentável e ilegal, mesmo assim são comercializadas. Tal fato pode mostrar um indicativo de que essas espécies caso fossem inseridas na cadeia produtiva e de forma legal com direito a proteção às plantas nativas, teriam potencial para ocupar um espaço no mercado consumidor devido seus requisitos diferenciais.

No Brasil, segundo Ibraflor (2015), o maior produtor, consumidor e exportador de flores e plantas ornamentais é o estado de São Paulo, porém com 74,5% da produção. Outros estados também começaram a se destacar, como exemplo o Ceará, que se enquadra com um dos principais produtores de flores e plantas ornamentais na região Nordeste, devido às condições climáticas. Para Junqueira e Peetz (2014), o Nordeste brasileiro ocupa destaque no cenário nacional, considerado a terceira região em plantas ornamentais e de flores no Brasil, com participação no setor produtivo de 11,8%.

O setor de espécies ornamentais nos últimos anos tem apresentado um crescimento bastante considerável, tendo em vista que se teve uma estimativa de que o mercado de flores movimentou no ano de 2014 R$ 5,7 bilhões e com previsão de aumento de 8% para o ano de 2015 (IBRAFLOR, 2015). Vários estudos vêm sendo feitos no intuito da prospecção de novas descobertas principalmente de plantas ornamentais a partir das espécies nativas, vale ressaltar que é algo muito estudado e pesquisado, tendo em vista que a diversidade da flora brasileira é algo inquestionável.

3.5 Espécie ornamental: *Ixora coccinea L.*

A *Ixora coccinea,* popularmente conhecida como mini-ixora mini lacre ou louro de jardim é classificada como arbusto semi-herbáceo, originária da Malária, apresenta porte ereto e ramificado podendo chegar a uma altura aproximada de 40 a 80 cm, muito atrativa em relação ao florescimento, também muito utilizada em paisagismo, em especial, em jardins tropicais, sendo uma espécie com variedades de inflorescência diferentes, apresentando tons amarelo, vermelho-alaranjado e rosa (LORENZI; SOUZA, 2001). Conforme Lorenzi e Sousa (2001), a multiplicação é feita por estaquia sendo que os viveiristas têm observado uma porcentagem de enraizamento bastante baixa. Segundo Albuquerque e Albuquerque (1982), o potencial de enraizamento, pode variar de acordo com as condições ambientais, com a espécie, cultivar, ou mesmo com características e condições internas da própria planta. De acordo com Lorenzi e Sousa (2001), *Ixora coccínea* não é considerada uma planta exclusivamente ornamental, ela tem potencial medicinal importante, pois na Índia suas flores e raízes são utilizadas para fins medicinais.

3.6 Zeólitas e sua utilização na agricultura

Vários estudos com as zeólitas vêm sendo realizados no intuito de descobrir a contribuição e os benefícios que elas podem trazer em diversas áreas tecnológicas, em especial, para a agricultura irrigada (BERNARDI *et al*., 2007). As zeólitas são classificadas como minerais que possuem uma estrutura porosa e são comumente definidos como aluminossilicatos cristalinos microporosos, contendo em suas estruturas metais alcalinos e/ou terrosos hidratados, estruturados em redes cristalinas tridimensionais (rígidas e estáveis a altas temperaturas, oxidação/redução e radiação) que apresentam um papel importantíssimo em várias áreas

tecnológicas, principalmente nos processos industriais de refino, petroquímica , química fina, entre outros (RIBEIRO *et al*., 2010).

Hoje se sabe que a zeólita é explorada por 36 países, com uma estimativa de produção entre 2,5 a 3 milhões de toneladas por ano, e os principais países produtores são: China, Coreia, Japão, EUA e Cuba. No Brasil, a Indústria Celta Brasil, é considerada a empresa de comercialização de produtos ecológicos e tecnológicos, sendo a maior produtora, desenvolvendo-se nos mais diversos segmentos de mercado e com potencial utilização.

Estudos sobre as zeólitas vêm sendo feito e sempre é tirado como conclusão que elas apresentam inúmeras aplicações isso porque suas características como; alta área superficial, seus centros ácidos, capacidade de adsorção, tamanhos de seus canais e cavidades e sua seletividade de forma. São estas características que fazem com que as zeólitas (PERGHER *et al.*, 2005; FUNGARO & IZIDORO 2006; GARAU *et al.,* 2007; BERNARDI *et al.*, 2008; RÍOS *et al.,* 2008; LUVISON *et al.*, 2009; FUNGARO *et al.*, 2010; CARVALHO *et al.*, 2010; SHANG et al., 2010; PILLAI *et al.*, 2012; GALADIMA & MURAZA, 2015; VOLLI & PURKAIT, 2015; SUN *et al.*, 2015) sejam consideradas como materiais interessantes e assim utilizados também na agricultura (enriquecidas com nutrientes), drenagem ácida de minerações e solos contaminados, tratamento de resíduo radioativo, tratamento de efluentes industriais, tratamento de rejeito nuclear, tratamento de esgoto urbano, petroquímica, desengraxante, trocadores iônicos em detergentes, peneiras moleculares no controle da seletividade da reação, adsorvente*s* para purificação de gases, catalisadores no refino de petróleo, abrandadores de água salobras e meio filtrante para retirada de matéria orgânica, amônia e metais pesados da água.

A fórmula estrutural (Equação 1) da zeólita pode ser expressa pela cela unitária cristalográfica:

$$M_{x/n}\,(AlO_2)_x\,(SiO_2)_y \qquad (1)$$

Em que n é a valência do cátion M, x e y o número de tetraedros (TO_4) por malha elementar e y/x a razão Si: Al, que pode variar entre 1 e 5 dependendo da estrutura. A célula unitária da zeólita do tipo LTA, apresenta a seguinte fórmula química, $Na_{96}Al_{96}Si_{96}O_{384} \cdot 27\ H_2O$. A zeólita geralmente é sintetizada na forma sódica apresentando uma relação Si/Al igual a 1. Quando está completamente hidratada e na forma sódica, apresenta um parâmetro de célula unitária igual a 24,60 Å e pertence ao sistema cúbico (PILLAI *et al.*, 2012; NAKAMURA *et al.*, 2014; AYELE *et al.*, 2015).

As zeólitas possuem poros de tamanhos uniforme determinados unicamente pela estrutura unitária do cristal, os arranjos dos tetraedros na estrutura cristalina formam-se os poros pequenos tendo abertura com 8 átomos T e de diâmetro livre de 0,30-0,45nm, já os médios abertura com 10 átomos T e diâmetros livres de 0,45-0,60nm ou grande abertura com 12 átomos T e diâmetros livres de 0,60-0,80nm) (LI *et al.*, 2015) .

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Localização e caracterização da área experimental

A pesquisa foi desenvolvida no período de abril a junho de 2018 na área experimental da Estação Agrometeorológica, pertencente ao Departamento de Engenharia Agrícola, no Campus do Pici, da Universidade Federal do Ceará, município de Fortaleza (03°45'S; 38°33'W, 20 m), Ceará, Brasil. O clima do município é do tipo Aw', tropical chuvoso, segundo o sistema de classificação de Koppen, apresentando duas estações bem definidas, sendo uma mais seca de ocorrência no inverno e outra com a ocorrência de chuvas no verão e outono.

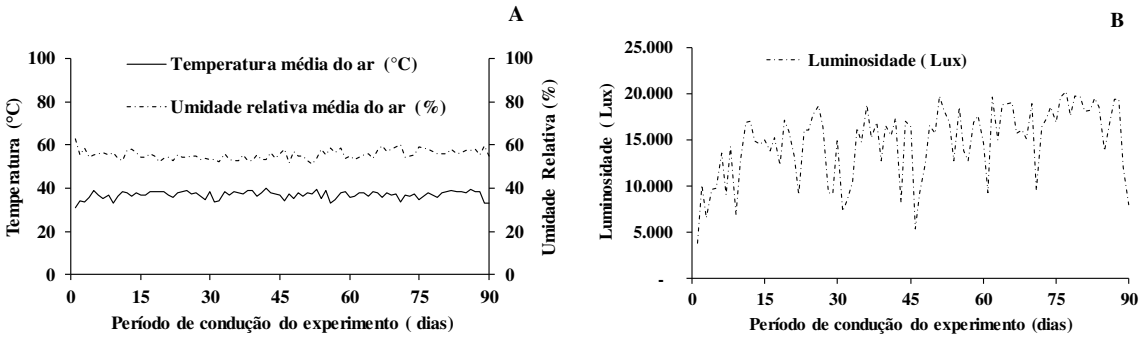
O experimento foi conduzido em casa de vegetação, com as seguintes características: estrutura metálica galvanizada, do tipo arco treliçado, medindo 3,50 m de altura na cumeeira e 2,50 m de pé direito, 6,40 m de largura e 12,50 m de comprimento. A cobertura consiste de filme de polietileno de baixa densidade, com aditivo contra radiação ultravioleta, e espessura de 0,15 mm, com transparência à radiação solar de 80%, apresentando tela anti-afídeos nas laterais, frente e no fundo conforme (Figura 1).

Figura 1 – Ambiente protegido, utilizado para condução do experimento.

Fonte: Autor.(2018)

Para obtenção dos dados meteorológicos no interior do ambiente protegido, foi instalado um *data-logger* da marca Onset, modelo Hobo® para medição da umidade relativa do ar, temperatura e luminosidade. A temperatura máxima diária no interior da estufa variou de 39 a 40 ºC e a umidade relativa do ar apresentou média diária que variou de 60 a 63 % (Figura 2A). A Figura 2B apresenta média diária dos dados de luminosidade durante o período experimental, que oscilou entre 3.789,72 e 20.207,26 Lux.

Figura 2 – Valores diários de temperatura máxima, umidade relativa do ar (B) e luminosidade (B) no período de condução do experimento.



Fonte: Autor. (2018)

4.2 Delineamento experimental e tratamentos

Para o estudo foi adotado o delineamento em blocos casualizados (DBC), em esquema fatorial 4×2, sendo quatro níveis de salinidade da água de irrigação (0,6; 2,0; 3,4 e 5,0

dS m^{-1}), com presença e ausência de zeólita, totalizando 8 tratamentos, com quatro repetições (Figura 3). Cada repetição foi formada por três plantas, totalizando 96 plantas. As dimensões foram de 1,5 m entre blocos, 20 cm entre fileiras e 15 cm entre plantas.

Figura 3 - Croqui do experimento.

Fonte: Autor. (2018)

4.3 Material vegetal

As mudas da *Ixora coccínea* foram obtidas de produtores idôneos. Elas foram recebidas com 30 dias de germinadas de microempreendedor que trabalha com produção de plantas ornamentais e que possuem registro no Ministério da Agricultura. As mudas foram aclimatadas durantes 15 dias na casa de vegetação, sendo nesse período irrigadas com água não salina para garantir o estabelecimento delas. Passado esse período, foram transplantadas para vasos de 7 litros e a irrigação permaneceu por mais 10 dias com água não salina. O transplantio ocorreu quando as mudas tinham 45 dias de idade (Figura 4).

Figura 4 – Mudas de *Ixora coccínea* aos 45 dias de idade, momento do transplantio.

Fonte: Autor. (2018)

4.4 Águas utilizadas no experimento

Para o tratamento controle utilizou-se água da Companhia de Água e Esgoto do Ceará – Cagece, a qual apresentava pH de 6,6; CE 0,5 dS m^{-1} e RAS de 1,3. A água utilizada no preparo das soluções salinas dos demais tratamentos foi proveniente de um poço da própria estação agrometeorológica, a qual apresentava pH de 7,7; CE 0,96 dS m^{-1} e RAS de 3,10. Para a preparação dos tratamentos salinos foi adicionado água de poço, os sais NaCl, $CaCl_2.2H_2O$ e

$MgCl_2.6H_2O$, na proporção equivalente a 7:2:1, obedecendo-se a relação entre CEa e sua concentração ($mmol_c\ L^{-1}$ = CE x 10), conforme Rhoades, Kandiah e Marshali (2000).

Após preparação e calibração, utilizando um condutivímetro portátil, as águas foram armazenadas em caixas plásticas, uma para cada nível de CEa, devidamente fechadas, de modo a se evitar a evaporação, a entrada de água de chuva e a contaminação com materiais que pudessem comprometer sua qualidade. O manejo da irrigação foi realizado pelo balanço hídrico (Equação 2), no qual foi mantido um vaso como lisímetro de drenagem para cada nível salino. Foi adicionada uma fração de lixiviação de 0,15 em cada evento de irrigação para evitar o acúmulo excessivo de sais na zona radicular (AYERS; WESTCOT, 1999). Ao final do experimento, obteve-se um volume total de água aplicado em cada nível salino (24 vasos), sendo considerado 45 eventos de irrigação, de: 641,64; 622,44; 459,42 e 440,40 L, respectivamente para 0,6; 2,0; 3,4 e 5,0 dS m^{-1}.

$$ITN = \frac{(V.A - VD)}{0,15} \qquad (2)$$

Onde:

ITN – Irrigação total necessária em mL;

V.A – Volume aplicado no lisímetro em mL;

V.D – Volume drenado em mL; e,

0,15 – Fração de lixiviação.

4.5 Preparação da zeólita

A zeólita utilizada foi a sintética do tipo A, sendo obtida a partir de caulim, utilizando-se o método hidrotérmico (CHANDRASEKHAR e PRAMADA, 2001). O material foi submetido ao processo de troca iônica em laboratório (Figura 5), com ácido sulfúrico e água destilada e levada a temperatura de 80ºC durante 8 horas no processo de agitação, utilizando um balão volumétrico. Em seguida, o sólido foi lavado com água deionizada (três vezes) e passada pelo processo de decantação em balde plástico e assim retirada do sobrenadante. Finalmente, levou-se à estufa a 60ºC/8h para secagem do material. Objetivou-se com essa técnica, promover a substituição no complexo de troca do íon (Na^+) presente na estrutura da zeólita pelo o íon hidrogênio (H_3O^+).

Figura 5 – Preparação da zeólita usada no experimento.

Fonte: Autor. (2018)

4.6 Instalação do experimento

As mudas da espécie ornamental em estudo, foram padronizadas quanto à altura, diâmetro e número de ramos (hastes), no intuito de obter a maior uniformidade possível e em seguida foram transplantadas para vasos de material plástico, com capacidade de volume de 7 litros e o mesmo contendo orifícios na extremidade inferior para possibilitar a livre drenagem de eventuais misturas do excesso de água com os sais solúveis.

Os vasos foram preenchidos com uma camada de brita (número 0), de aproximadamente 2 a 3 cm de espessura, para facilitar a drenagem. Em seguida, nos mesmos foi acrescentado o substrato, composto por uma mistura de solo, arisco e húmus de minhoca na proporção 6:3:1 respectivamente, e incorporada ou não uma espécie de zeólita do tipo A

O solo utilizado foi um argissolo amarelo Eutrocoeso típico, caracterizado principalmente pela presença de horizonte B textural. A coleta dele foi realizada na área experimental do Laboratório de Hidráulica e Irrigação do Departamento de Engenharia

Agrícola da UFC, Campus do Pici. Após a coleta do solo, ele foi colocado para secar e em seguida passou por peneira de malha de 5 mm. Já o arisco foi obtido de empresa de construção civil, também colocado para secar e passado por peneira. O húmus de minhoca foi obtido de microempreendedor que trabalha com produção de húmus e que possui registro no Ministério da Agricultura.

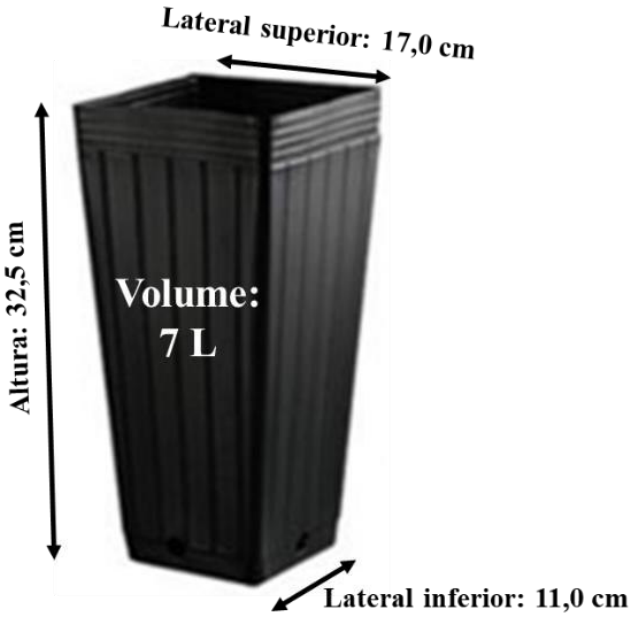
Antes do transplantio, o substrato de cada vaso recebera 1 g da formulação 10-10-10 (N-P-K) (SIMÕES *et al*., 2002). Os vasos foram dispostos sobre tijolos de cerâmica de 8 furos com as seguintes dimensões (0,19 × 0,19 × 0,09 m). A zeólita utilizada, foi incorporada ao substrato dos tratamentos em quantidade de 40 g por vasos sendo o cálculo da concentração baseado no volume de água utilizada nos tratamentos com a presença dela conforme mostrado a preparação para preenchimento dos vasos de 7 litros (Figura 6).

Figura 6 – Processo de incorporação da zeólita no substrato usado na pesquisa.

Fonte: Autor. (2018)

Os vasos utilizados para recebimentos das mudas da espécie ornamental de *Ixora coccínea* possuem capacidade para 7 litros e apresenta as seguintes dimensões conforme mostrado na Figura 7.

Figura 7 – Dimensões dos vasos (A)



4.7 Manejo e condução do experimento

Logo após o transplantio, as plantas foram aclimatadas no período de 10 dias, e irrigadas com água não salina, para garantir que o estabelecimento das mesmas não fosse comprometido. Após esse período, as plantas já com 55 dias após a germinação receberam os tratamentos, foram irrigadas de forma manual com as águas de quatro concentrações salinas diferentes. O ensaio teve uma duração de 90 dias, contados a partir do início da aplicação dos tratamentos. A quantidade de água foi aplicada com o intuito de proporcionar uma livre drenagem pelos furos, localizados na parte inferior dos vasos (AYERS; WESTCOT, 1999), e assim evitar o acúmulo excessivo de sais no substrato. Uma vez por semana, após o início da drenagem, foi fornecida uma fração de lixiviação de 15% nos vasos com os trataamentos. As plantas daninhas foram eliminadas de forma manual. Foi realizado o manejo fitossanitário com aplicações de Malathion 500 CE.

Aos 30 e 60 dias após aplicação dos tratamentos, cada vaso recebeu 1 g da formulação 10-10-10 (N-P-K) (SIMÕES *et al.*, 2002). Para realização dessas adubações, foram pesados 100 g da formulação e em seguida foi macerado e dissolvido em água, com volume total de 10 litros. A solução era agitada sempre que ia ser realizada a próxima aplicação para

não ocorrer precipitação do adubo no fundo do recipiente e cada vaso recebeu 100 mL da solução.

Figura 8 – Vista parcial de condução do experimento.

Fonte: Autor. (2018)

4.8 Variáveis analisadas

4.8.1 Variáveis biométricas

A altura das plantas (AP), diâmetro do caule (DC), números de ramos (NR) e área foliar (AF) foram mensurados a cada 15 dias após a aplicação dos tratamentos. As plantas foram mensuradas aos 15, 30, 45, 60,75 e 90 dias após o início dos tratamentos salinos.

A altura das plantas foi obtida com o auxílio de uma régua graduada, e medida a partir da superfície do substrato, até a extremidade da haste principal, e expressa adotando a unidade em cm.

Com o auxílio de um paquímetro digital, com precisão de 0,1 mm foram mensurados os diâmetros dos caules das plantas, a uma altura de aproximadamente 3 cm da superfície do solo, e o valor expresso em mm. Já o número de ramos foi realizado de forma manual sendo contabilizado o ramo que apresentava as três folhas definitivas, a partir da base da planta até o ápice. Para obter o número de ramos foi realizada a contagem manual, a partir da base da planta até o ápice.

4.8.2 Características morfológicas foliares

A mensuração da área foliar foi realizada ao final do experimento, aproximadamente aos 90 dias após o início aplicação dos tratamentos. Para a determinação da área foliar, as folhas foram destacadas do caule e em seguida foi utilizado um integrador de área (Área meter, LI-3100, Li-Cor, Inc. Lincoln, NE, USA) (Figura 9), pertencente ao Laboratório da Estação Agrometeorológica, da Universidade Federal do Ceará, sendo o valor expresso em m² planta^{-1}.

Figura 9 – Mensuração da área foliar da espécie de planta ornamental.

Fonte: Autor. (2018)

Para o cálculo da área foliar específica foi obtida referente relação de área foliar (AF) e biomassa seca da folha (BSF), evidenciando a área foliar disponível em cada grama de folha, e calculada utilizando a Equação 3:

$$AFE = \frac{AF}{BSF} \quad (3)$$

Em que:

AFE - Área foliar específica (cm² g^{-1});

AF - Área foliar da planta (cm²);

BSF - Biomassa seca foliar total (g).

O cálculo da razão de área foliar, foi obtido da relação de área foliar (AF) e peso da biomassa seca total da planta (BST) sendo que esse índice pode ser representado como a área foliar disponível para a realização da fotossíntese, (Equação 4).

$$RAF = \frac{AF}{BST} \quad (4)$$

Onde:

RAF – Razão de área foliar (cm² g^{-1});

AF - Área foliar da planta (cm²);

BST - Biomassa seca total da planta (g).

A suculência foliar foi obtida mediante a Equação 5, proposta por Mantovanni (1999).

$$SF = \frac{BFF - BFS}{AF} \quad (5)$$

Onde:

SF – Suculência foliar (g H_2O m²);

BFF – Biomassa das folhas frescas (g);

BFS – Biomassa das folhas secas (g);

AF – Área foliar (m²).

4.8.3 Análise quantitativas de crescimento

A partir de dados preexistentes, essas taxas foram calculadas para os dados de crescimento em altura (TCA-AP, cm dia^{-1}) e em diâmetro caulinar (TCA-DC, mm dia^{-1}), aplicando-se a Equação 6, proposta por Benincasa (2003).

$$TCA = \frac{(P2 - P1)}{(T2 - T1)} \quad (6)$$

Onde:

TCA - Taxa de crescimento absoluto em altura e diâmetro (cm dia^{-1}; mm dia^{-1}, respectivamente);

P2 e P1 – Amplitude de variação de crescimento da planta em altura e diâmetro entre duas amostragens consecutivas, nos tempos T1 e T2;

T1 e T2 - Intervalo entre as avaliações, em dias, sem considerar os valores preexistentes, anteriores a essa variação.

A taxa de crescimento relativo torna-se oportuna na avaliação do crescimento vegetal, pois é dependente da quantidade de material acumulado gradativamente. Essas taxas foram calculadas com os dados preexistentes de crescimento em altura (cm) e diâmetro caulinar (mm), aplicando-se o logaritmo neperiano, conforme a Equação 7.

$$TCR = \frac{(LnP2 - LnP1)}{(T2 - T1)} \qquad (7)$$

Onde:

TCR - Taxa de crescimento relativo em altura e diâmetro (cm cm^{-1} dia^{-1}; mm mm $^{-1}$ dia^{-1}, respectivamente);

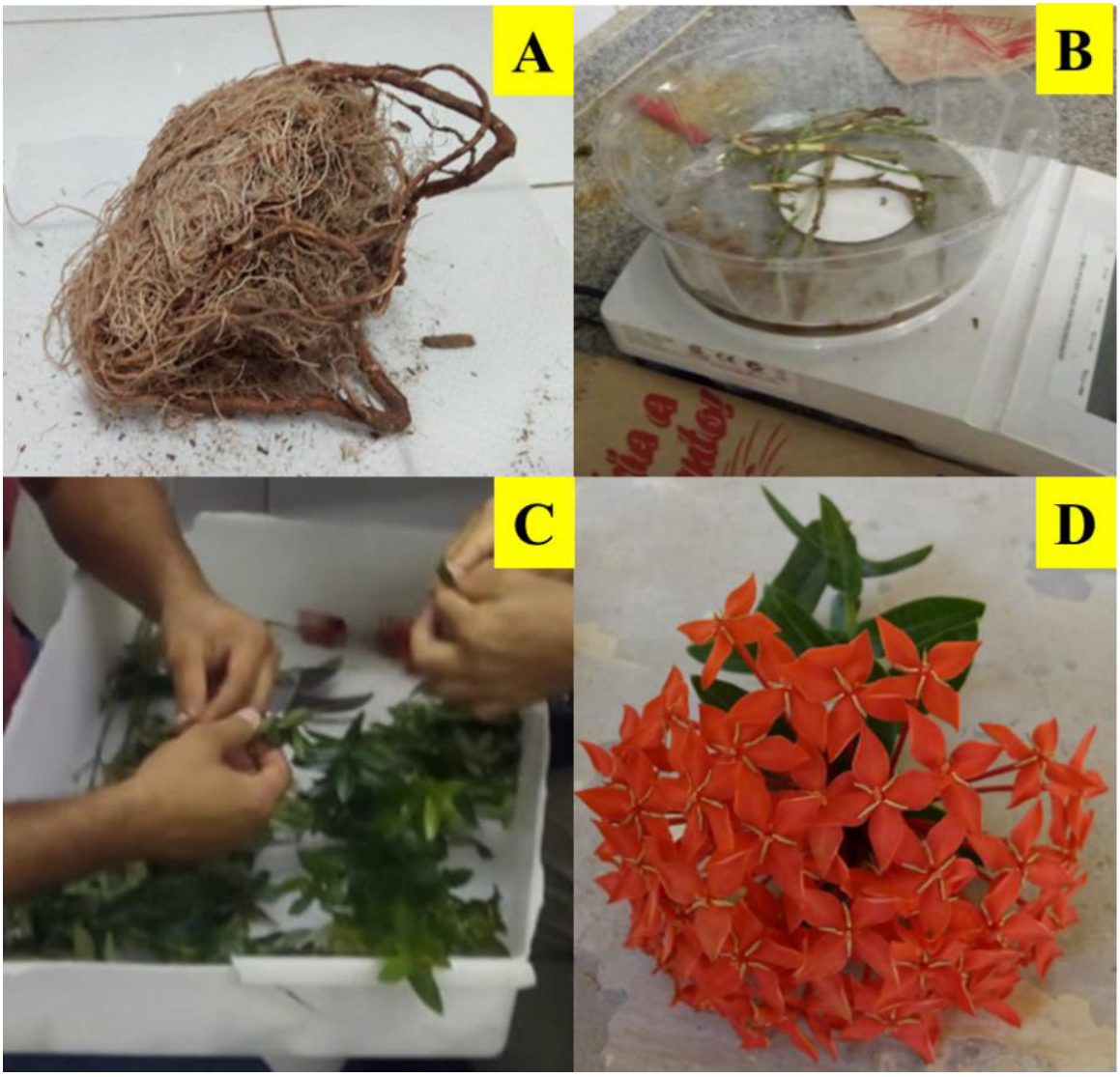
Ln - Logaritmo neperiano; P2 e P1 - Amplitude de variação de crescimento da planta em altura e em diâmetro entre duas amostragens consecutivas tomadas nos tempos T1 e T2;

T1 e T2 - Intervalo de tempo entre as avaliações, em dias, sem considerar os valores preexistentes, anteriores a essa variação.

4.8.4 *Produção de biomassa*

Ao final do experimento as plantas foram colhidas para determinar a produção de biomassa. Esse período de avaliação foi aos 90 dias do início da aplicação dos tratamentos, no qual foi feita a colheita das plantas em seguida particionada as mesmas em raiz, caule, folhas e flores para produção de biomassa fresca de cada órgão da planta (Figura 10).

Figura 10- Separação das plantas em raiz (A), caule (B), folhas (C) e flores (D).



Fonte: Autor. (2018)

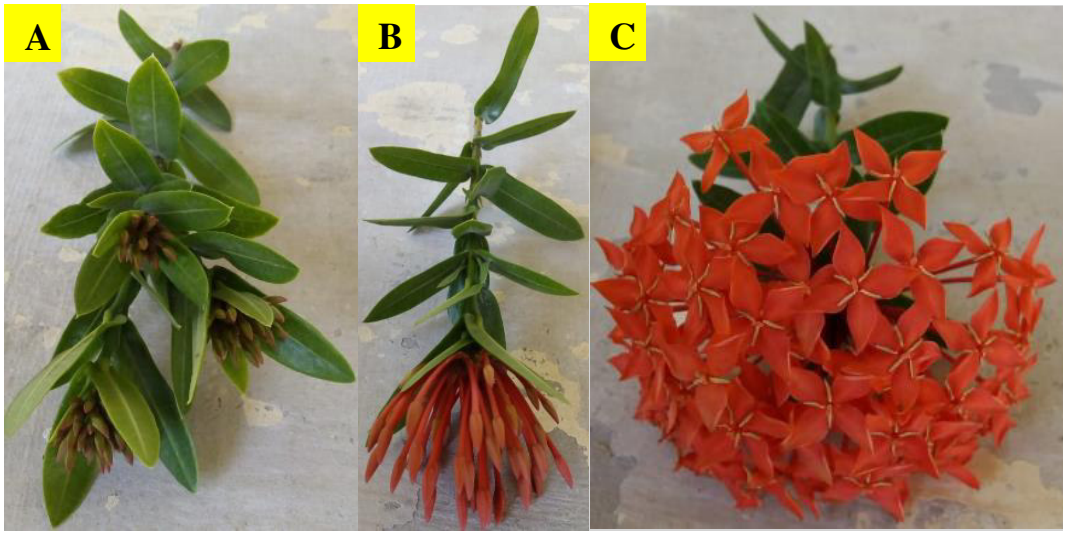
Foram feitas as quantificações da produção de biomassa fresca das diferentes partes das plantas em estudo. Logo após foram acondicionadas em sacos de papel e levadas a uma estufa com circulação forçada de ar, mantendo uma temperatura na faixa de 65º a 70°C. Após a secagem, as mostras foram pesadas em balança analítica para se obter o peso seco em grama da fitomassa das diferentes partes das plantas analisadas.

A fitomassa seca de cada constituinte da planta em análise foi obtida separadamente, em seguida foi determinado o percentual de cada constituinte analisado em relação à biomassa total (BENINCASA, 1988). A biomassa seca total é a somatória das partes constituintes da planta onde será estimada a relação raiz/parte aérea, (biomassa seca da raiz/biomassa seca da parte aéreas sendo na parte aérea, folhas caules flores.)

4.8.5 Avaliação de flores

As flores das plantas ornamentais foram avaliadas aos 90 dias do início da aplicação dos tratamentos salinos com a interação com as zeólitas, onde foi adotado como critério de avaliação as plantas em diferentes estágios de floração como as que estavam em floração inicial (A), desenvolvida (B) e aberta (C) (Figura 11).

Figura 11- Separação de flores conforme o desenvolvimento.



Fonte: Autor. (2018)

4.8.6 Porcentagem de plantas vivas ao final do experimento

A percentagem de plantas vivas foi avaliada aos 90 dias do início da aplicação dos tratamentos salinos com a interação com as zeólitas, onde foi avaliada a sobrevivência das plantas analisadas. Essa avaliação adota como critério em que a planta foi considerada viva a que apresentou ao menos uma folha verde na parte aérea (MARINHO, 2002). No final do experimento obteve-se 100% de plantas vivas.

4.8.7 Variáveis fisiológicas

As leituras de fotossíntese, transpiração, condutância estomática e concentração interna de CO_2, em folhas totalmente expandidas foram realizadas aos 90 dias após o início da aplicação dos tratamentos, e foi utilizado o analisador de gases infravermelho portátil (IRGA), modelo Li – 6400XT (*Portable Photosynthesis System* - LI) da LICOR®, que infere o

diferencial entre CO_2 e H_2O em um fluxo de ar que passa pela câmara, onde está a unidade foliar (Figura 12).

As medições foram realizadas no período da manhã, em folhas completamente expandidas, expostas a luz solar, localizadas no terço médio das plantas, entre 08:00 e 10:00 h, em condições ambiente de temperatura, umidade relativa do ar e concentração de CO_2. A intensidade luminosa utilizada nas medições de trocas gasosas foi de 1.600 µmol $m^{-2}s^{1}$.

Figura 12- Leituras de trocas gasosas utilizando o analisador de gases infravermelho portátil (IRGA), modelo Li – 6400XT (*Portable Photosynthesis System* - LI) da LICOR®.

Fonte: autor. (2018)

4.8.8 Índice relativo de clorofila: Índice SPAD

O índice relativo de clorofila foi determinado a cada 15 dias após o início da aplicação dos tratamentos, com o auxílio de um medidor portátil (SPAD 502, Minolta Co, Ltd, Osaka, Japan), sendo os resultados expressos em unidades de leitura do aparelho. As leituras foram realizadas em três folhas por planta, em folhas completamente expandidas, expostas a luz solar, localizadas no terço médio das plantas, no horário entre 08:00 e 10:00 h (Figura 13).

Figura 13- Leituras do índice relativo de clorofila com o auxílio de um medidor portátil (SPAD 502, Minolta Co, Ltd, Osaka, Japan).

Fonte: Autor. (2018)

4.8.9 Índice de tolerância à salinidade

Para obtenção do índice de tolerância à salinidade foi usado com critério, as reduções na produção de biomassa seca parte aérea (BSPA), biomassa seca total (BST) número de ramos (NR), área foliar específica (AFE) e aparência geral (AG) sendo as variáveis que sofreram efeito da interação dos fatores salinidade x zeólita (SxZ) das plantas submetidas aos diferentes níveis de condutividade elétrica da água de irrigação com presença e ausência de zeólita. Os valores foram quantificados comparando-os com a testemunha (plantas irrigadas com água salina na presença e ausência de zeólita), conforma a equação 8, proposta por Fageria (1985).

Conforme o método descrito por Fageria (1985) foram calculados os percentuais de redução referentes aos valores das variáveis analisadas, no qual foi utilizado o tratamento de menor salinidade (0,6 dS m^{-1}) como referência para os demais. Assim classificou-se como: tolerante (reduções de 0 a 20 %), moderadamente tolerante (20,1 a 40 %), moderadamente sensível (40,1 a 60 %) e sensível (redução superior a 60 %). Com posse dos resultados, eles foram interpretados com auxílio da Tabela 1, dispõe a classificação de genótipos quanto a tolerância à salinidade, baseando na redução da produção.

$$RP= \frac{[(PSTS - PCTS)]}{PSTS} . 100 \quad (8)$$

Onde:

RP- Redução na produção;

PSTS - Produção no tratamento irrigado com água salina e presença de zeólita (g planta $^{-1}$);

PCTS-Produção nos tratamentos irrigados água salina com ausência de zeólita (g planta $^{-1}$).

Tabela 1 – Classificação de genótipos quanto à tolerância à salinidade, baseando-se na redução da produção

Redução da produção (%)	Classificação
0 a 20	**Tolerante (T)**
21 a 40	**Moderadamente tolerante (MT)**
41 a 60	**Moderadamente suscetível (MS)**
> 60	**Suscetível (S)**

Fonte: Fageria (1985).

4.8.10 Análise sensorial

Para realização da análise sensorial, foi adotado opiniões de pessoas com vínculo ou não com a Universidade Federal do Ceará, sejam elas servidores, estudantes, professores ou mesmo moradores da vizinhança próximo ao Campus do Pici em que as plantas foram avaliadas em termo de aparência e preferência do consumidor. Foram um total de 80 julgadores e apresentaram faixa etária de 18-35, 36-55 e 56-70 que resultou em 75%,15% e 10% respectivamente do público avaliador, distribuído em 62,5% do sexo masculino e 37,5% do sexo feminino.

As plantas selecionadas para avaliação tiveram suas etiquetas de tratamento substituídas por números casualizados com as amostras separadas por tratamentos aleatoriamente. As notas atribuídas às plantas, foram convertidas em médias ponderadas, onde obedeceu o seguinte cálculo: ((a*n)+(a*n))+..../100, no qual: (a) é representada as notas da escala hedônica de 1 a 9 e (n) o números de julgadores que atribuíram uma nota. Todos os tratamentos foram submetidos à análise sensorial adotando a escala hedônica, com questionário contendo pontos numéricos como: desgostei extremamente até gostei extremamente e do teste de preferência (UREÑA *et al*., 1999).

As plantas foram expostas para realização da análise sensorial que foi feita obtendo-se a opinião de grupos de pessoas considerando-se, serem os consumidores. Foi realizada a avaliação das plantas em termos de aparência geral e preferência (Figura 14). Já que o

experimento foi conduzido com um número elevado de unidades experimentais, apenas 16 plantas foram selecionadas para análise sensorial e assim serem representativas dos tratamentos salino com incorporação ou não de zeólita. Cada tratamento, foi representado por duas plantas.

Figura 14 – Análise sensorial realizada na cantina ao lado do Departamento de Engenharia Agrícola no campus do Pici, Fortaleza, Ceará, Brasil.

Fonte: Autor. (2018)

A análise sensorial foi realizada quando todas as plantas, submetidas aos tratamentos, atingiram o ponto de comercialização, e foram escolhidas de forma aleatória, através do método discriminativo pela escala hedônica, segundo Ureña *et al*. (1999), vale ressaltar que esse método foi adaptado para avaliação qualitativa dos efeitos da

salinidade (NEVES *et al*., 2018). Adotou-se nove pontos numéricos como exemplo: um (*desgostei extremamente*) e nove (*gostei extremamente*) sendo estes os extremos na escala de avaliação. Também foi realizado o teste de preferência[1] pelo método efetivo, onde considerou-se como avaliação uma pergunta aos consumidores, como: *"Em sua opinião como consumidor, qual das plantas você compraria?"*.

O delineamento utilizado foi o inteiramente aleatório, com 80 repetições de modo a garantir uma boa representatividade dos julgadores. A análise sensorial foi realizada por 80 julgadores os quais foram escolhidos ao caso, constituídos por professores, alunos e funcionários da UFC, na cantina localizada no Pici da Universidade Federal do Ceará no dia 4 de junho de 2018. As plantas que foram submetidas as análises, receberam uma codificação por letras do alfabeto onde elas foram escolhidas aleatoriamente e casualizadas onde a espécie em avaliação, foi analisada por 80 julgadores e codificada conforme mostra a Tabela 2.

Tabela 2 – Espécie, tratamentos e códigos de três dígitos que as amostras receberam antes da realização da análise sensorial.

Espécie	Tratamento	Código	Tratamento	Código
	$S_1E_1ZR_1$	**A**	**$S_1E_1R_1$**	**F**
	$S_1E_1ZR_2$	**M**	**$S_1E_1R_2$**	**G**
	$S_2E_1ZR_1$	**D**	**$S_2E_1R_1$**	**K**
Ixora coccínea L.	**$S_2E_1ZR_2$**	**P**	**$S_2E_1R_2$**	**H**
	$S_3E_1ZR_1$	**O**	**$S_3E_1R_1$**	**B**
	$S_3E_1ZR_2$	**I**	**$S_3E_1R_2$**	**N**
	$S_4E_1ZR_1$	**J**	**$S_4E_1R_1$**	**C**
	$S_4E_1ZR_2$	**E**	**$S_4E_1R_2$**	**L**

S1, S2, S3, S4 – água de irrigação de condutividade elétrica de 0,6, 2,0, 3,4 e 5,0 dS m^{-1} respectivamente, E1 espécie, Z, zeólita. R repetição. Fonte: Elaborado pelo autor.

4.8.11 Análises estatísticas

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância e assim avaliados os efeitos significativos das interações dos fatores em estudo através do teste F ($p \leq 0,05$). Os efeitos dos níveis salinos com a interação com a zeólita foram testadas por regressão, e utilizado o teste F na significância dos efeitos ortogonais, considerando-se erro de até 5% de probabilidade e adotando-se o modelo o qual será o maior coeficiente de determinação (R^2). Como auxílio para realização das análises estatísticas foi utilizado o software estatístico SISVAR® versão 5.3. (FERREIRA, 2010).

[1] O formulário de coleta de dados para este estudo está disposto no APÊNDICE A.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Variáveis biométricas

Conforme a Tabela 3, a interação água salina × presença de zeólita (S × Z), exerceu efeito significativo sobre as variáveis analisadas: números de ramos (NR), área foliar específica (AFE) e razão de área foliar (RAF) ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F ($p \leq 0,05$).Também foram observados para as variáveis; altura da planta (AP), área foliar (AF) e diâmetro d caule (DC) efeito isolado dos fatores salinidade e zeólita ao nível de 1% e 5% de probilidade pelo teste F ($p \leq 0,01$ou $p \leq 0,05$).

Tabela 3 – Resumo das análises de variância, referentes as variáveis analisadas: altura de plantas (AP), diâmetro caulinar (DC), número de ramos (NR), área foliar (AF), área foliar específica (AFE) e razão de área foliar (RAF) da espécie ornamental, cultivada com águas salinas e presença e ausência de zeólita.

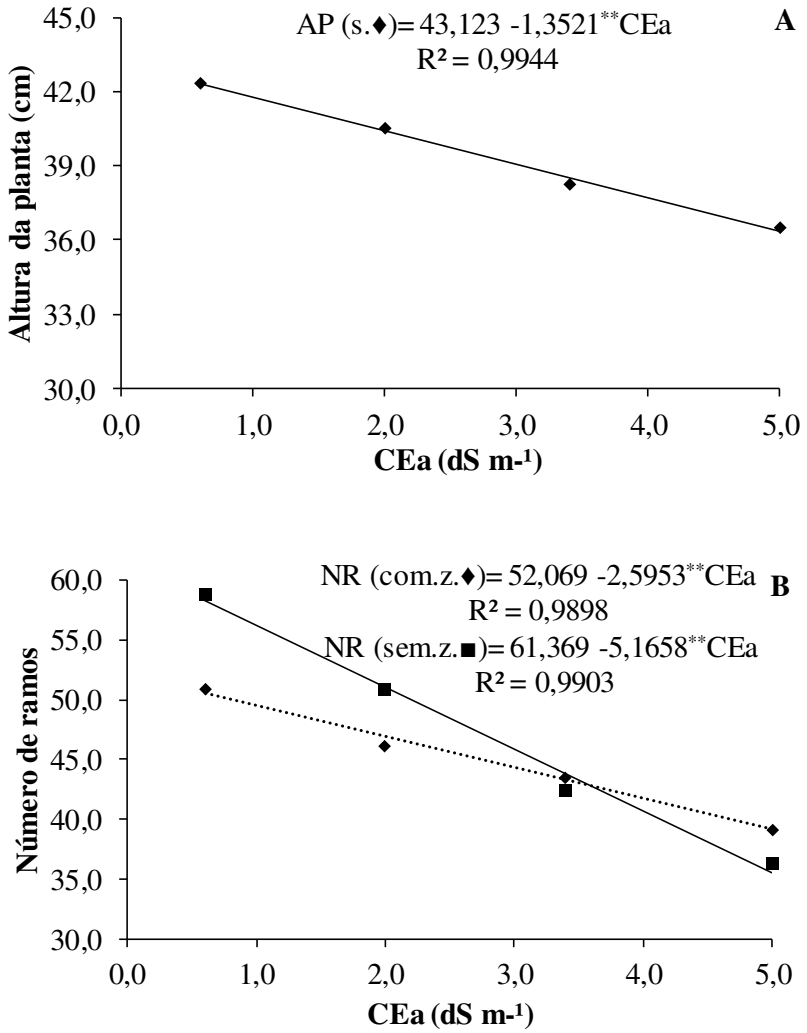
		Quadrados médios					
Fonte de variação	GL	**AP**	**DC**	**NR**	**AF**	**AFE**	**RAF**
Blocos	3	$19,32^{ns}$	$2,42^{ns}$	$61,18^{ns}$	$0,001955^{ns}$	$482,2299^{ns}$	$90,57^{ns}$
Salinidade (S)	3	$157,12^{**}$	$3,68^{ns}$	$1292,73^{**}$	$0,010315^{**}$	$704,3945^{ns}$	$140,56^{ns}$
Zeólita (z)	1	$98,01^{*}$	$9,34^{*}$	$119,26^{ns}$	$0,008774^{*}$	$2386,6187^{*}$	$26,073^{ns}$
Interação (SxZ)	3	$18,23^{ns}$	$4,54^{ns}$	$147,84^{*}$	$0,002385^{ns}$	$1568,2571^{*}$	$380,26^{*}$
Resíduos	85	14,48	1,91	51,98	0,001869	553,8075	110,518
Total	95	-	-	-	-	-	-
CV	-	9,66	17,79	15,66	22,0	22,18	23,79
Com (z)	47	38,40b	8,09ª	44,94a	0,187b	101,12b	43,66a
Sem (z)	47	40,42a	2,47b	47,17a	0,206a	111,09a	44,70a
Total	94	-	-	-	-	-	-

ns, ** e *: não significativo e significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente, C. V. – coeficiente de variação. Gl – grau de liberdade. Fonte: Elaborado pelo autor.

5.1.1 Altura de plantas e número de ramos

Na Figura 15 são apresentados os resultados referentes à altura da planta e número de ramos foliares, da espécie ornamental *Ixora coccínea* em resposta à salinidade na água de irrigação, aos 90 dias após o início da aplicação dos tratamentos na presença e ausência de zeólita.

Figura 15 – Altura de plantas-AP (A) e números de ramos-NR (B), da espécie ornamental, *Ixora coccínea* submetida à irrigação com água salina com presença e ausência de zeólitas.



Fonte: Elaborado pelo autor

Para a altura da planta, observa-se no efeito isolado da salinidade com o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação, provocou um decréscimo linear na variável analisada (Figura 15 A). Considerado as reduções em altura da espécie exposta ao maior nível salino, quando comparado ao tratamento controle, é observado uma redução total em porcentagem de aproximadamente 13,8% e para cada incremento unitário da condutividade elétrica apresentou redução de 1,35 cm.

Os resultados indicam que as plantas quando expostas as condições salinas, seu desempenho é comprometido pelo efeito iônico e osmótico e assim, ocasionam modificações em suas atividades metabólicas celulares, além de comprometer o processo de alongamento celular, fazendo com quem o crescimento da planta seja reduzido e em casos muito severo,

pode ocorrer a morte da planta como um todo (TAIZ & ZEIGER, 2013). Alves *et al*. (2011), reforça que o efeito osmótico da salinidade sobre o desenvolvimento das plantas resulta das elevadas concentrações de sais dissolvidos na solução do solo, os quais reduzem o seu potencial osmótico e hídrico e, consequentemente, diminuindo a disponibilidade de água e nutrientes às plantas, corroborando com o observado.

Na Figura 15B, pode-se observar que teve efeito da interação, assim é notável que a zeólita teve um efeito positivo no número de ramos com redução de 22,98% e aparecendo valores maiores no tratamento sem zeólita com taxa percentual de 38,09%. Para cada incremento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação as perdas relativas foram de 2,59 e 5,16 respectivamente.

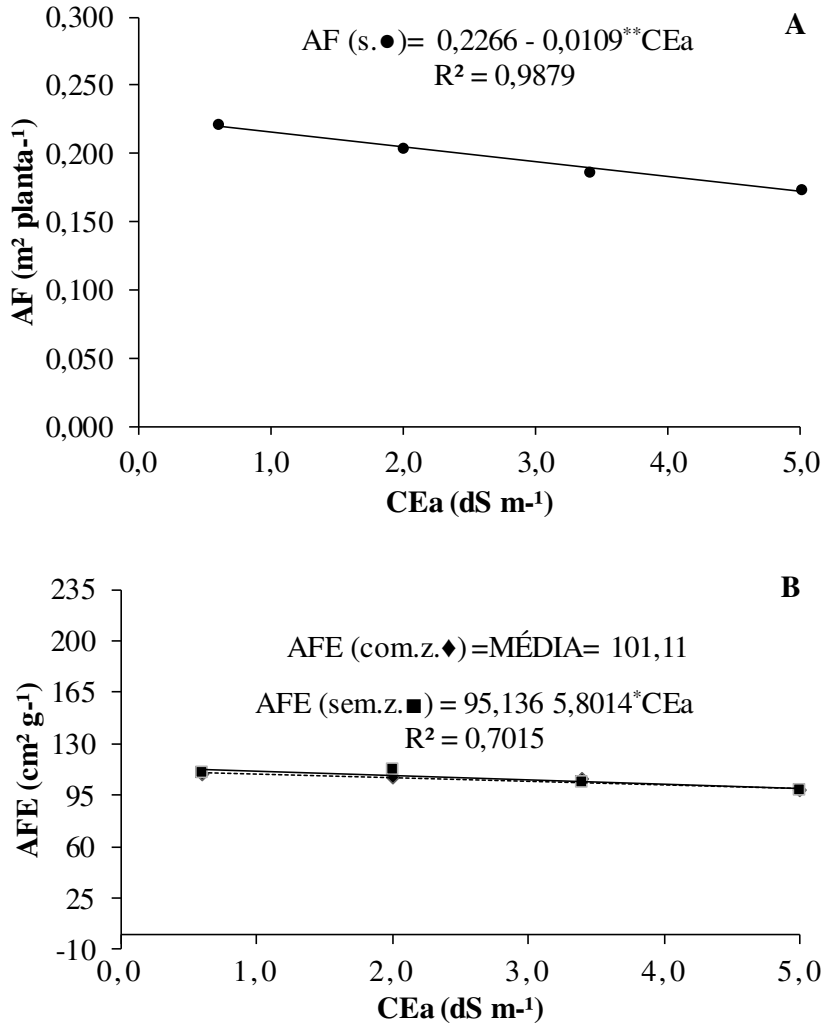
Tanto na presença como na ausência da zeólita, o aumento da salinidade provocou um decréscimo linear no número de ramos e assim foi intensificado com o tempo da espécie submetida ao estresse salino. Os dados referentes a números de ramos, parecem indicar benefício da zeólita com o incremento da salinidade, já que a redução foi menor em comparação os tratamentos sem zeólita e as curvas tendem a se cruzar em níveis mais elevados de salinidade e necessita-se de mais estudos para obtenção de mais conhecimentos dos possíveis benefícios da zeólita em plantas ornamentais (Figura 15B).

Os valores mostram para os dois tratamentos citado anteriormente que o efeito da salinidade foi crucial no processo de diminuição em números de ramos. Segundo Farias *et al.* (2009), a inibição do crescimento e da produtividade das plantas provocadas pela salinidade está atribuída ao desbalanceamento nas relações hídricas e nutricionais das plantas e ao acúmulo de íons considerados tóxicos como é notável nas taxas redutivas das Figuras anteriores. Contudo, Willadino e Câmara (2010), reforçam que os mecanismos de tolerância à salinidade ainda não estão bem elucidados pelo fato de serem extremamente complexos e envolverem alterações morfológicas, fisiológicas e bioquímicas.

5.1.2 Área foliar e área foliar específica

Na Figura 16 estão contidas a Área foliar e área foliar específica da espécie ornamental *Ixora coccínea L.* submetida à irrigação com água salina na presença e ausência de zeólita. À medida que se aumentou a salinidade da água de irrigação, observe-se decréscimo linear nas variáveis analisadas.

Figura 16 – Área foliar - AF (A) e área foliar específica - AFE (B) da espécie ornamental, *Ixora coccínea* submetida à irrigação com água salina com presença e ausência de zeólitas.



Fonte: Elaborado pelo autor

Analisando a área foliar (Figuras 16 A) e área foliar específica (Figura 16 B)**,** pode-se observar que o aumento da salinidade da água de irrigação, provocou um decréscimo linear para ambas as variáveis à medida que aumentou a concentração salina. Na área foliar percebe-se efeito isolado da salinidade e ocasionou em uma redução relativa de 0,01 m^2 $planta^{-1}$ por incremento unitário da salinidade com valor em redução em porcentagem total de 21,62% na maior condutividade elétrica da água de irrigação quando comparado com o nível salino controle.

A salinidade inibiu a expansão da área foliar (AF) de forma linear a medida que aumentou a condutividade elétrica da água de irrigação reduzindo assim a área foliar disponível para fotossíntese. Segundo (rademacher, 2015), uma redução na variável área foliar, em

decorrência ao estresse salino, pode ser benéfico, principalmente quando os viveristas querem produzir plantas compactas evitando o uso de reguladores de crescimento. Acosta-Motos *et al.* (2017), reforça que a redução da área foliar em situações salinas, é um mecanismo que contribui para minimizar a perda de água pelo processo de transpiração.

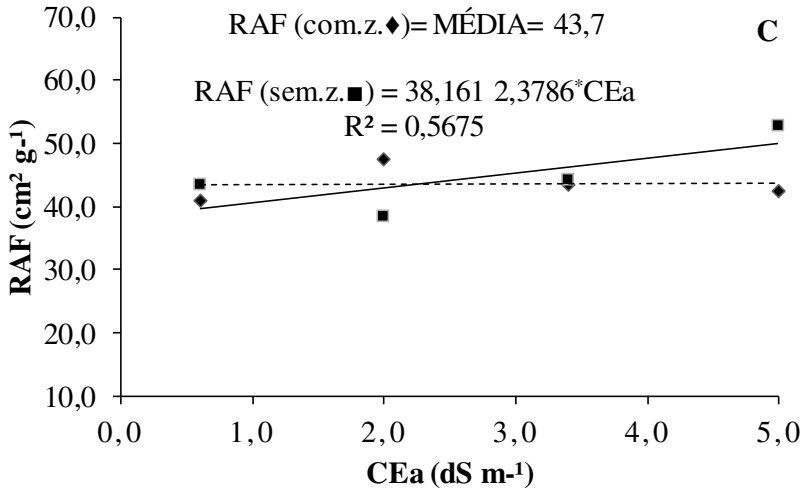
Para a área foliar específica AFE (Figura 16B) observou-se interação dos fatores salinidade x zeólita (SxZ), com decréscimo apenas nos tratamentos sem zeólita com redução 9,95%. Percebe-se que com o aumento da salinidade a presença da zeólita nos tratamentos salino, ocasionou comportamento constante na variável analisada, estatisticamente não teve diferença. Pode-se observar que com incremento da salinidade, a variável em questão não sofreu redução quando analisado na presença da zeólita, já na ausência dela, é perceptível um decréscimo nos valores de área foliar específica à medida que se aumentou a concentração salina.

Os valores mostram que o efeito da salinidade não interferiu na área foliar específica quando nos tratamentos com zeólita, isso mostra que a espécie ornamental se mostrou tolerante ao estresse salino e que a zeólita teve efeito positivo sobre a variável em questão. As diferentes condutividades elétricas da água de irrigação, não foram suficientes para comprometer a AFE, isso pode estar relacionado a baixa absorção de íons como exemplo o cloreto e sódio que em pequenas quantidades, não contribuiu para diminuição na área foliar específica. Segundo Ferreira *et al*. (2001) a síntese e a translocação de hormônios para as raízes e a parte aérea, é afetada pela absorção de íons cloreto e sódio e assim resulta na diminuição da área foliar disponível para a fotossíntese, uma vez, que são indispensáveis as funções metabólicas celulares, também podendo afetar a biomassa seca das plantas.

5.1.3 Razão de área foliar

Na Figura 17 estão apresentados os resultados referentes a razão de área foliar da espécie ornamental *Ixora coccínea* em resposta a salinidade na água de irrigação, aos 90 dias após o início da aplicação dos tratamentos na presença e ausência de zeólita.

Figura 17– Razão de área foliar-RAF (C), da espécie ornamental, *Ixora coccínea* submetida à irrigação com água salina com presença e ausência de zeólitas.



Fonte: Elaborado pelo autor

Na Figura 17C pode-se observar que teve efeito da interação dos fatores salinidade x zeólita (SxZ) na variável razão de área foliar (RAF). Foram constatados acréscimo com o aumento da salinidade, na ausência da zeólita. Na presença da zeólita não teve diferença estatística, mas já para ausência dela é notável diferença estatística.

Assim, é perceptível um comportamento linear uniforme para a presença da zeólita e já na ausência dela, um acréscimo de 21,6% nos tratamentos e isso representa 2,37 cm^2 g^{-1} por cada incremento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação sendo um efeito positivo na RAF na espécie ornamental. Sabe-se que o aumento da RAF representa uma maior taxa de transpiração e assim aumenta a demanda de água e íons na parte aérea podendo resultar em menor eficiência fotossintética.

Percebe-se que a os tratamentos sem zeólita teve efeito positivo sobre a RAF, sendo que para esse acréscimo na variável em questão, expressa maior taxa de transpiração e assim, aumento da demanda de água pela planta. Corroborando com o presente trabalho, Azevedo neto e Tabosa (2000), afirma que o aumento da RAF em condições de estresse salino, acarreta em menores valores de biomassa seca, uma vez que a redução da biomassa dos tecidos está relacionado à demanda de água, além do transporte de íons Cl^- e /ou Na^+ para a parte aérea.

5.2 Variáveis fisiológicas

O resultado da ANOVA apresentados na Tabela 4, indicam que as trocas gasosas foliares foram influenciadas significativamente pela salinidade da água de irrigação ($p<0,05$), não sendo observado efeito dos tratamentos com zeólitas e da interação ($p>0,05$). De maneira geral, a taxa de fotossíntese líquida (A), condutância estomática (gs), transpiração e concentração interna de CO_2 (Ci) apresentaram reduções com o aumento da salinidade. Respostas da espécie *Ixora coccínea* à salinidade na época final de condução experimental, considerando-se para essas variáveis, que os efeitos foram intensificados com o tempo da cultura submetida ao estresse salino.

Tabela 4 – Resumo das análises de variância referentes aos dados de trocas gasosas; fotossíntese (A), Condutância estomática (gs), transpiração (E) e concentração interna de CO2 (Ci) da espécie ornamental, submetida à irrigação com água salina com presença e ausência de zeólitas.

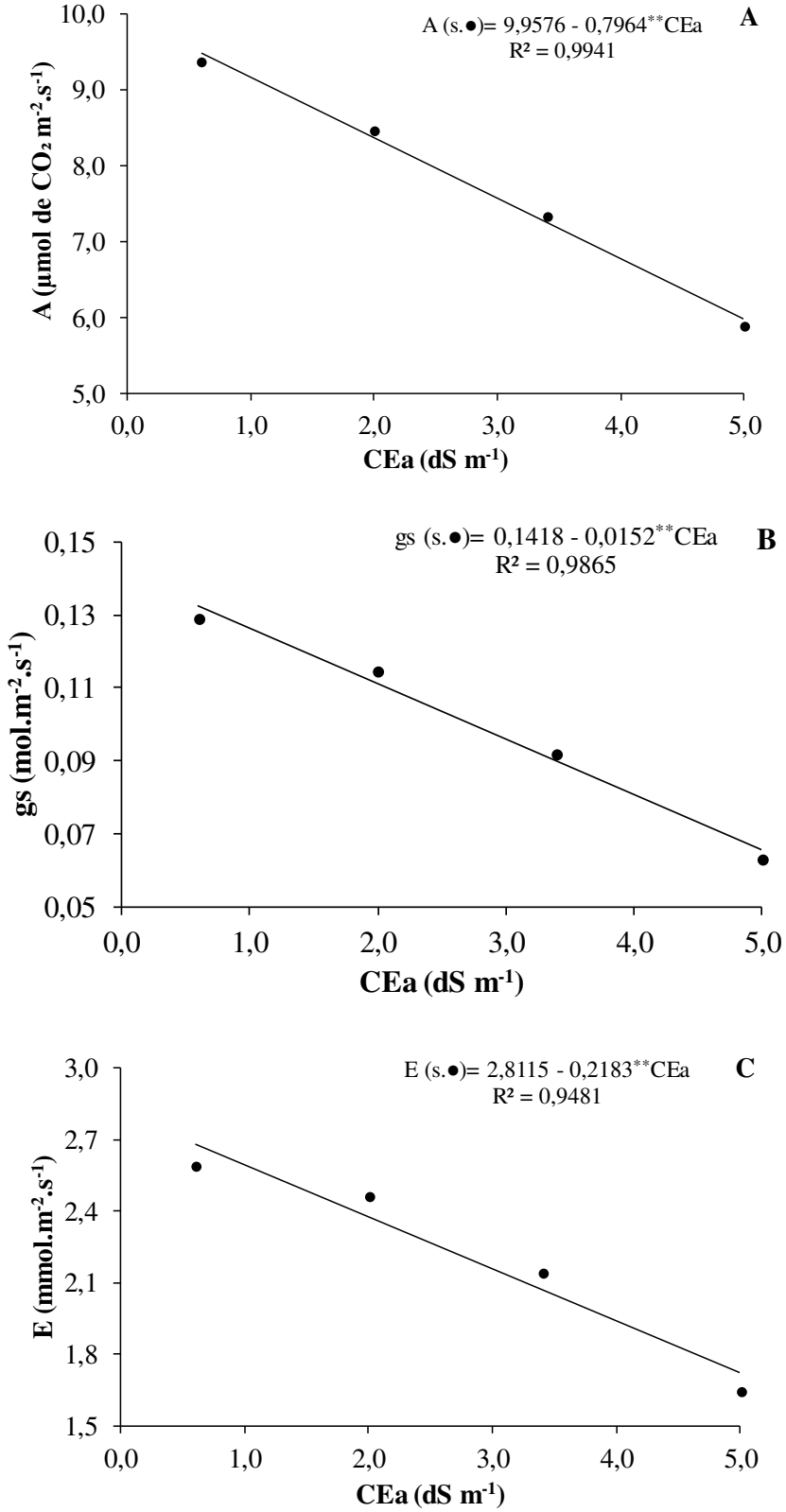
		Quadrados médios			
Fonte de variação	**GL**	**A**	**Gs**	**E**	**Ci**
Blocos	3	$2,817^{ns}$	$0,00026^{ns}$	$1,446^{**}$	$2542,93^{**}$
Salinidade	3	$36,30^{**}$	$0,01341^{**}$	$2,860^{**}$	$2364,64^{**}$
Zeólita (z)	1	0.108^{ns}	$0,00001^{ns}$	$0,002^{ns}$	$118,26^{ns}$
Interação (SxZ)	3	$1,041^{ns}$	$0,0001^{ns}$	$0,062^{ns}$	$4,7656^{ns}$
Resíduos	53	1,4128	0,00024	0,064	113,0439
Total	63	-	-	-	-
CV	-	15,30	15,58	11,41	4,77
Com (z)	31	7,809a	0,099a	2,22a	221,56a
Sem (z)	31	7,727a	0,100a	2,21a	224,28a
Total	62	-	-	-	-

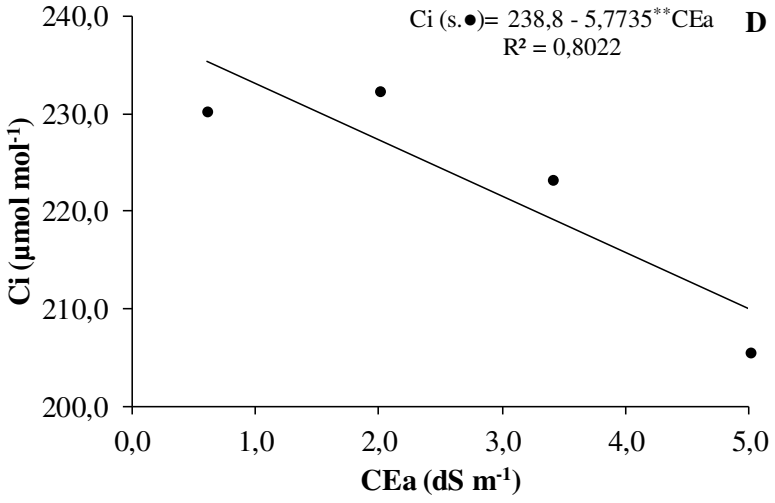
ns, * e **: não significativo e significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente, C.V. – coeficiente de variação. Gl – grau de liberdade; Fonte: Elaborado pelo autor.

5.2.1 Trocas gasosas foliares

Na Figura 18 são apresentados os resultados referentes as trocas gasosas foliares, fotossíntese líquida (A), condutância estomática (gs), transpiração (E) e concentração interna de CO_2 (Ci) em resposta a salinidade na água de irrigação, aos 90 dias após o início da aplicação dos tratamentos.

Figura 18 – Trocas gasosas foliares fotossíntese-A (A), condutância estomática-gs (B), transpiração-E (C) e concentração interna de CO_2-Ci (D) da espécie ornamental, *Ixora coccínea* submetida à irrigação com água salina com presença e ausência de zeólitas.





Fonte: Autor.

Para a fotossíntese (A) verificou-se resposta linear decrescente, com redução de 0,79 µmol de $CO_2m^{-2}.s^{-1}$ por incremento unitário da condutividade elétrica e uma redução total de 37,23%, comparando-se o maior e o menor nível de salinidade (Figura 18A). Pode-se considerar que a diminuição das taxas fotossintéticas se deve ao efeito osmótico causado pela concentração de sais solúveis na solução do solo e na planta, visto que de acordo com Machado *et al.* (2009) as plantas tendem a diminuir a perda de água pelo fechamento parcial dos estômatos, o que evita a redução do potencial da água na planta (ψ) em condições de déficit hídrico, desta maneira ocorre menor entrada de CO_2 nas folhas, comprometendo a condutância estomática (Figura 18 B) e consequentemente menor concentração interna de CO_2 (Figura 18D) e assim afetando a fotossíntese. Hatamnia *et al.* (2013), enfatiza que a fotossíntese líquida é um parâmetro importante e últil no processo de avaliação do estresse salino.

Segundo Silva *et al*., 2015 a toxidade induzida pela salinidade é responsável por causar danos, fazendo com que ocorram alterações nas trocas gasosas. A diminuição na taxa de fotossintése também foi observada por Hirich *et al.* (2014), trabalhando com a cultura quinoa irrigada com água salina. Neves *et al*. (2018) trabalhando com *Catharanthus roseus* sob estresse salino também encontraram redução na taxa fotossíntetica.

Para a condutância estomática (gs) verificou-se redução linear, com redução de 0,015 $mol.m^{-2}.s^{-1}$ por cada incremento unitário da CEa e redução total de 51,16% no maior nível de salinidade em relação ao tratamento controle (Figura 18B). Os valores em reduções lineares da variável analisada se devem a mecanismos de adaptação da espécie as condições abióticas. A medida que aumentou a concentração salina, foi dificultada a absorção de água pela planta no solo, desse modo, a planta também precisou reduzir a perda de água. Vale ressaltar que

existem vários mecanismos que impedem a perda de água em plantas sob estresse salino e um dos principais é a redução de abertura estomática (LIMA *et al.,* 2014).

Para a transpiração (E) (Figura 18C) verificou-se decréscimos lineares, com redução total de 38,46% no maior nível salino, quando comparado ao tratamento de menor salinidade. A redução foi de 0,21 mmol m^{-2} s^{-1} por incremento unitário da salinidade da água de irrigação. As reduções referentes à transpiração resultam em menores perdas de água pelas plantas, isso se deve a diminuição da condutância estomática, resultante da redução do potencial hídrico do solo o qual dificulta a absorção de água. Prazeres *et al*. (2015), trabalhando com a cultura da soja, verificaram que o aumento da salinidade da água de irrigação também provocou decréscimos lineares nas taxas de transpiração, assim tal efeito pode estar relacionado ao mecanismo de tolerância da cultura, fazendo com que ocorra limitação do fluxo de sais. Outros estudos também mostram que a redução na taxa de transpiração está associada ao fechamento dos estômatos quando as plantas estão sobre estresse salino, o qual impede a absorção de sais nocivos (Na^+ e Cl^-) e, por isso, também ocorre uma redução na absorção de CO_2 (PRAZERES *et al*., 2015).

A concentração interna de CO_2 (Figura 18D) decresceu 5,77 µmol mol^{-1} para cada incremento da CEa, com valor total de redução considerando os limites dos tratamentos de 10,72% quando comparado ao tratamento controle de nível salino. Essa redução explica, pelo menos em parte, a redução observada na taxa de fotossíntese (Figura 18A), confirmando as limitações estomáticas induzidas pela salinidade.

Supõe-se sob condições salinas, que a redução nas taxas fotossintéticas e na condutância estomática das plantas, está atribuída a vários fatores: desidratação das membranas celulares, o qual reduz sua permeabilidade ao CO_2, redução do suprimento do CO_2 devido ao fechamento hidroativo dos estômatos, toxidade salina, aumento na senescência induzida pelas condições salinas, além de alterações da atividade enzimática devido alterações na estrutura citoplasmática (GURURANI *et al.*, 2015).

5.3 Teores de clorofila total: Índice SPAD

Os resultados do teor de clorofila total, obtidos utilizando-se o Índice SPAD, mostrados na (Tabela 5), indicam que não ocorreu efeito significativo da interação, água salina × zeólita (S × Z) e efeito isolado da zeólita. Sendo que para o efeito isolado da água salina foi influenciado significativamente na variável analisada pelo teste F ($p \leq 0,05$), visto que as

respostas tiveram variações conforme o aumento da concentração salina e se intensificou com o tempo de estresse salino.

Tabela 5 – Resumo das análises de variâncias referentes aos valores de clorofila total medido através do índice SPAD em uma espécie de planta ornamental, cultivadas com água salina com presença e ausência de zeólita.

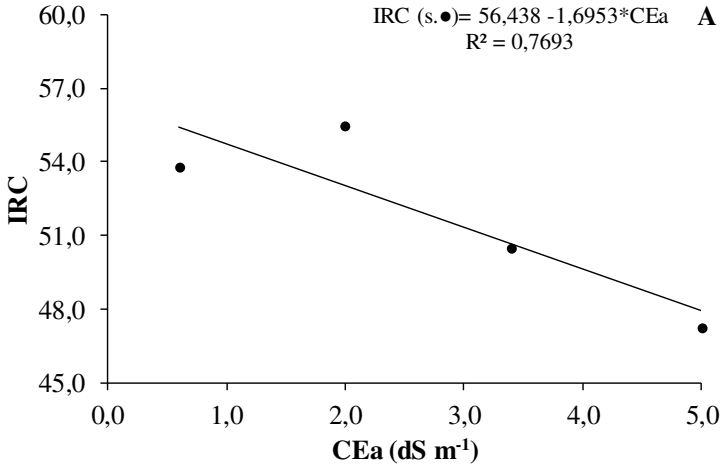
		Quadrados médios
Fonte de variação	**GL**	**Índice SPAD**
Blocos	3	90,392^{ns}
Salinidade	3	318,889*
Zeólita (z)	1	10,075^{ns}
Interação (SxZ)	3	60,982^{ns}
Resíduos	85	101,704
Total	95	-
CV	-	19,48
Com (z)	47	51,45a
Sem (z)	47	52,10a
Total	94	-

ns, ** e *: não significativo e significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente, C.V. – coeficiente de variação. Gl – grau de liberdade; Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Figura 19 são apresentados os resultados referentes a variável Índice Spad em resposta a salinidade da água de irrigação, aos 90 dias após o início da aplicação dos tratamentos salinos.

Para o IRC verificou-se resposta linear decrescente com redução de 1,69 por incremento unitário da salinidade e uma redução total considerando os limites dos tratamentos de 12,14% (Figura 19E). Segundo Silveira e Carvalho (2016), a deterioração da membrana devido ao estresse salino, pode ocasionar a diminuição da concentração de clorofila, sendo que o fenômeno é comumente relatado e usado como indicador sensível do estado metabólico celular. Já para Chaum e Kirdmanee (2009), é possível que as plantas sobre estresse salino, apresentem aumento na concentração de clorofila, que pode ser devido a um aumento nos teores de cloroplastos por unidade de área foliar de plantas estressadas.

Figura 19 – Índice Spad (A) da espécie ornamental, *Ixora coccínea* submetida à irrigação com água salina com presença e ausência de zeólitas



Fonte: Elaborado pelo autor

Os resultados da ANOVA apresentados na Tabela 6, indicam que a eficiência de carboxilação (A/Ci), eficiência instantânea no uso da água (A/E) e eficiência intrínseca no uso da água (A/GS), foram influenciadas significativamente pela salinidade da água de irrigação ao nível de 1% probabilidade ($p \leq 0,01$).Respostas da espécie *Ixora coccínea* à salinidade na época final de condução experimental, considerando-se para essas variáveis, que os efeitos foram intensificados com o tempo da cultura submetida ao estresse salino.

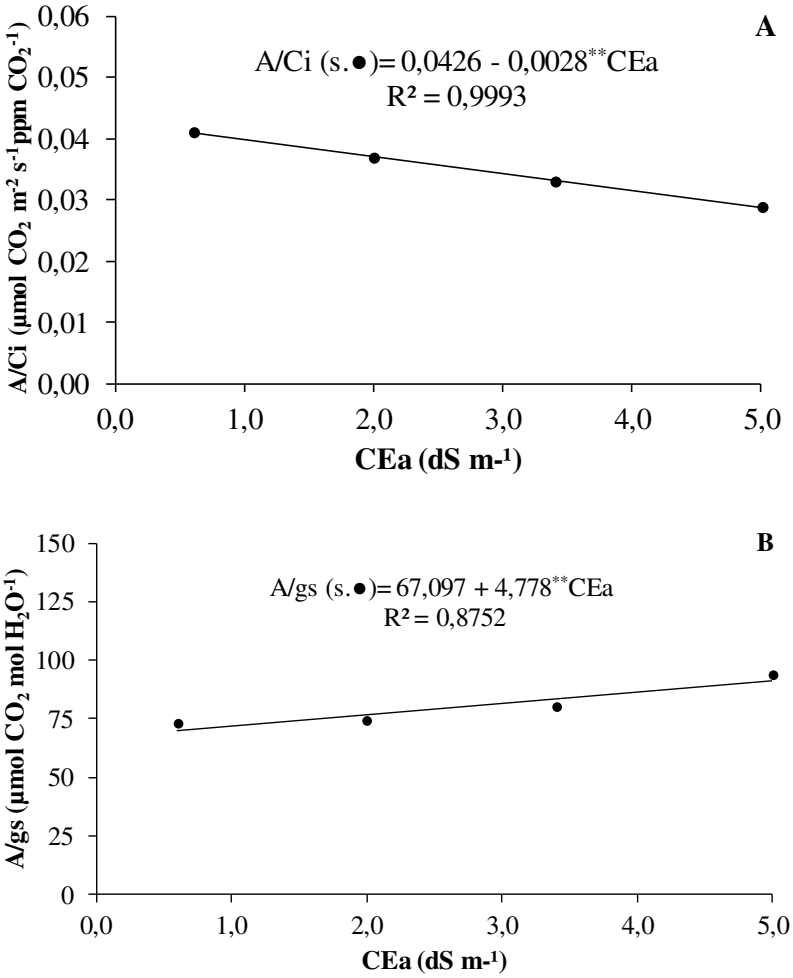
Tabela 6 –Análise de variância das variáveis eficiência instantânea carboxilação (A/Ci), eficiência instantânea no uso da água (A/E) e eficiência intrínseca no uso da água (A/GS), da *Ixora coccínea,* cultivadas com água salina com presencia e ausência de zeólita.

		Quadrados médios		
Fonte de variação	**GL**	**A/Ci**	**A/E**	**A/gs**
Blocos	3	0,00023**	2,7486**	505,378**
Salinidade	3	0,00044**	0,1492ns	1484,40**
Zeólita (z)	1	0,00001ns	0,0045ns	38,5486ns
Interação (SxZ)	3	0,00002ns	0,0219ns	0,1558ns
Resíduos	53	0,00004	0,0673	43,634
Total	63	-	-	-
CV	-	18,99	7,32	8,23
Com (z)	31	0,035a	3,554a	81,012a
Sem (z)	31	0,034a	3,536a	79,460a
Total	62	-	-	-

ns, ** e *: não significativo e significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente, C.V. – coeficiente de variação. Gl – grau de liberdade: Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Figura 20 são apresentados os resultados referentes a eficiência instantânea da carboxilação (A/Ci) e eficiência intrínseca no uso da água (A/gs), em resposta a salinidade na água de irrigação, aos 90 dias após o início da aplicação dos tratamentos na presença e ausência de zeólita.

Figura 20 – Eficiência instantânea da carboxilação (A) e eficiência intrínseca no uso da água (B), de *Ixora coccínea,* planta ornamental, submetidas à irrigação com águas salinas na presença e ausência de zeólita mostrando efeito isolado da salinidade.



Para a eficiência instantânea da carboxilação (Figura 20A), verificou-se efeito isolado do fator salinidade da água de irrigação, mostrando decréscimos lineares com o aumento do nível salino. A redução total para essa variável, foi de 25% no maior nível salino em comparação ao tratamento controle.

Valores de reduções similares foram encontrados paras as demais variáveis de trocas gasosas já citadas anteriormente (Figuras 18, A, B, C e D) onde mostra as reduções na

fotossíntese, condutância estomática, transpiração e concentração interna de CO_2. Os resultados proporcionaram o fechamento estomático e menor difusão de CO_2 para a câmara subestomática e, consequentemente, menor taxa de carboxilação (Figura 20 A) na espécie *Ixora coccínea L.,* submetida ao estresse salino.

Este comportamento de redução nas taxas de carboxilação acontece devido ao estresse salino, pois ocorre redução na condutância estomática que restringe a disponibilidade de CO_2 e assim contribui para a queda nas reações de carboxilação (CHAVES *et al.*, 2011). Além disso, esse processo minimiza a perda de água devido ao fechamento estomático resultando em menores taxas de transpiração afetando os sistemas de coleta de luz e de conversão de energia e assim alterações na atividade dos cloroplastos.

Já a variável eficiência intrínseca no uso da água (A/gs) (Figura 20 B), apresentou também efeito isolado da salinidade da água de irrigação apresentando um crescente valor linear com aumento da salinidade com um acréscimo total de 28,77% no maior nível salino, tendo como referência a salinidade menor considerado o tratamento controle.

Isto pode estar relacionado as maiores reduções na condutância estomática e transpiração do que na fotossíntese, assim como também foi observado no estudo de (oliveira *et al.* 2017). Esses autores em estudo com feijão-caupi, analisaram as trocas gasosas em folhas e o fluxo de CO_2 em solo, e detectaram valores crescentes nas variáveis *A/gs e A/E* em decorrência ao aumento da salinidade da água de irrigação.

5.4 Análises quantitativa de crescimento

Na Tabela 7 apresenta-se os resultados da análise de variância para as variáveis taxa de crescimento absoluto em altura (TCAA) e diâmetro (TCAD), taxa de crescimento relativo em altura (TCRA) e diâmentro (TCRD) e suculência foliar (SF). De acordo com as análises, a taxa de crescimento absoluto em altura (TCAA) e taxa de crescimento relativo em altura (TCRA), foram afetadas do modo isolado pelo fator salinidade ao nível de 1% de probabilidade ($p \leq 0,01$) e para fator isolado zeólita, efeito isolado ao nível de significância de 5% de probabilidade.

Tabela 7 – Resumo das análises de variância referentes às taxas de crescimentos absoluto em altura (TCAA) e diâmetro (TCAD) e taxa de crescimento relativo em altura (TCRA), diâmentro (TCRD) e suculência foliar (SF) em palantas ornamental, cultivadas em diferentes níveis de salinidade com presência e ausência de zeólita.

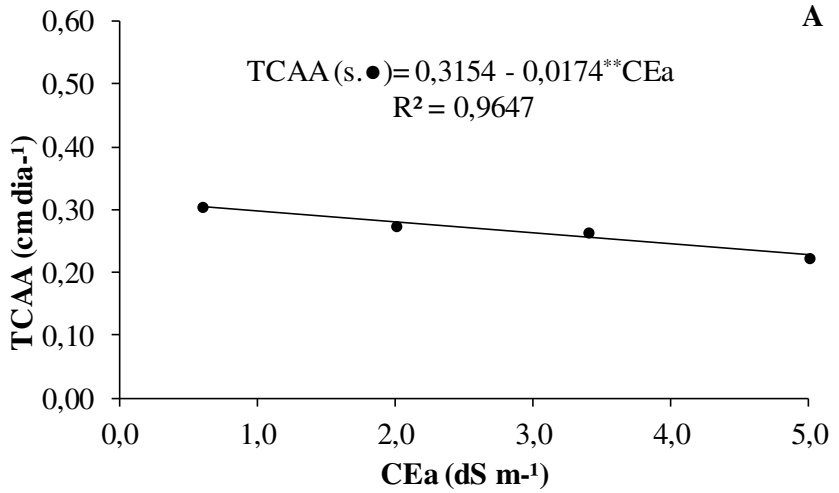
Fonte de variação	GL	Quadrados médios				
		TCAA	TCAD	TCRA	TCRD	SF
Blocos	3	0,00044^{ns}	0,00068^{ns}	0,000003^{ns}	0,000013^{ns}	0,000009^{ns}
Salinidade	3	0,02684**	0,00025^{ns}	0,000019**	0,000009^{ns}	0,000029^{ns}
Zeólita (z)	1	0,00007^{ns}	0,00157^{ns}	0,000008*	0,000021^{ns}	0,000017^{ns}
Interação (S x Z)	3	0,00031^{ns}	0,00047^{ns}	0,000003^{ns}	0,000008^{ns}	0,000014^{ns}
Resíduos	85	10,00153	0,00046	0,000001	0,000012	0,000013
Total	95		-	-	-	-
CV	-	14,64	33,95	12,00	31,14	18,25
Com (z)	47	0,267a	0,067a	0,0098a	0,0114a	0,020a
Sem (z)	47	0,268a	0,059a	0,0092b	0,0105a	0,019a
Total	94	-	-	-	-	-

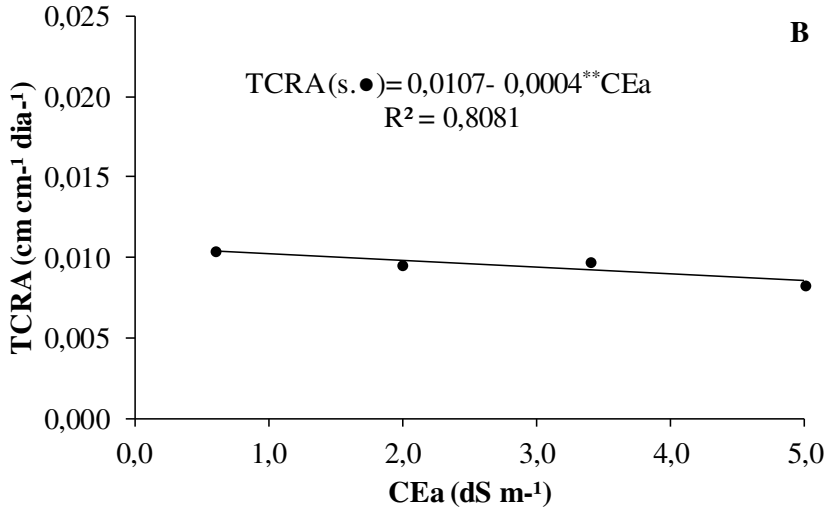
ns, ** e *: não significativo e significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente, C.V. – coeficiente de variação. Gl – grau de liberdade; Fonte: Elaborado pelo autor.

5.5 Taxa de crescimento absoluto e relativo em altura da planta

Na Figura 21 estão contidas o crescimento absoluto em altura (TCAA) e crescimento relativo em altura (TCRA) da espécie de planta ornamental, submetidas à irrigação com águas salina com presença e ausência de zeólita.

Figura 21 – Crescimento absoluto em altura (A), taxa de crescimento e relativo em altura (B) da espécie de planta ornamental, submetidas à irrigação com águas salina com presença e ausência de zeólita.





Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Figura 21 apresenta-se o efeito isolado do fator salinidade para as taxas de crescimento absoluto em altura (TCAA) e taxa de crescimento relativo em altura (TCRA). Os resultados mostram que a salinidade da água de irrigação ocasionou reduções lineares conforme mostrado nas figuras. Para a variável taxa de crescimento absoluto em altura (TCAA) (Figura 21A) observa-se redução linear total na ondem de 29% na salinidade maior quando comparado com o tratamento controle. A salinidade da água de irrigação provocou um decréscimo na TCAA, com perdas relativas de modo que foi intensificado com o aumento do nível salino.

A espécie *Ixora coccínea* expressou decréscimo linear na TCAA quando submetidas aos diferentes níveis crescentes de condutividade elétrica da água de irrigação. De acordo com Zhang *et al*. (2016), trabalhando com duas cultivares de crisântero, aplicando níveis crescentes de salinidade da água de irrigação, com exposição das cultivares ao período de oito dias ao estresse salino, verificaram que as partes aéreas das cultivares testadas, apresentaram clorose nas folhas, além de atrofiamento.

Para a taxa de crescimento relativo em altura (TCRA), (Figura 21B) também é observado efeito isolado da salinidade com redução linear, proporcionando um decréscimo com perdas relativas de 20%. Esse valor representa a redução ocasionada pela maior condutividade elétrica da água de irrigação, quando comparada com o tratamento com menor nível salino.

Em condições de estresse salino, as plantas podem parar o crescimento no intuito de se adaptarem às condições adversas. Corroborando com os resultados Prisco, Gomes-Filho (2010), afirma que as modificações no crescimento da planta, podem ser devido ao desbalanço hídrico, nutricional ou mesmo hormonal, o que contribui para o fechamento estomático, e assim ocorre redução nas taxas de transpiração acarretando em menor crescimento da planta.

5.6 Produção de biomassa

Na Tabela 8 apresenta-se os resultados da análise de variância para as variáveis, biomassa seca de flores (MSFL), raiz (BSR), parte aérea (BSPA) e biomassa seca total (BST), que indicam efeito significativo da interação água salina x zeólita na biomassa da parte aérea e total ao nível de 5 e 1 % de probabilidade pelo teste F ($p \leq 0,05$ ou $p \leq 0,01$).Verificou-se também que teve efeito significativo isolado da salinidade para todas as variáveis analisadas ao nível de 1 % de probabilidade, além de ser observado a mesma significância para o efeito isolado da zeólita na biomassa da raiz e total.

Tabela 8 – Resumo das análises de variâncias referentes aos dados de biomassa seca de flores (MSFL), radicular (BSR), biomassa seca da parte aérea (BSPA) e biomassa seca total (BST), de uma espécie de planta ornamental, cultivadas com água salina com presença e ausência de zeólita.

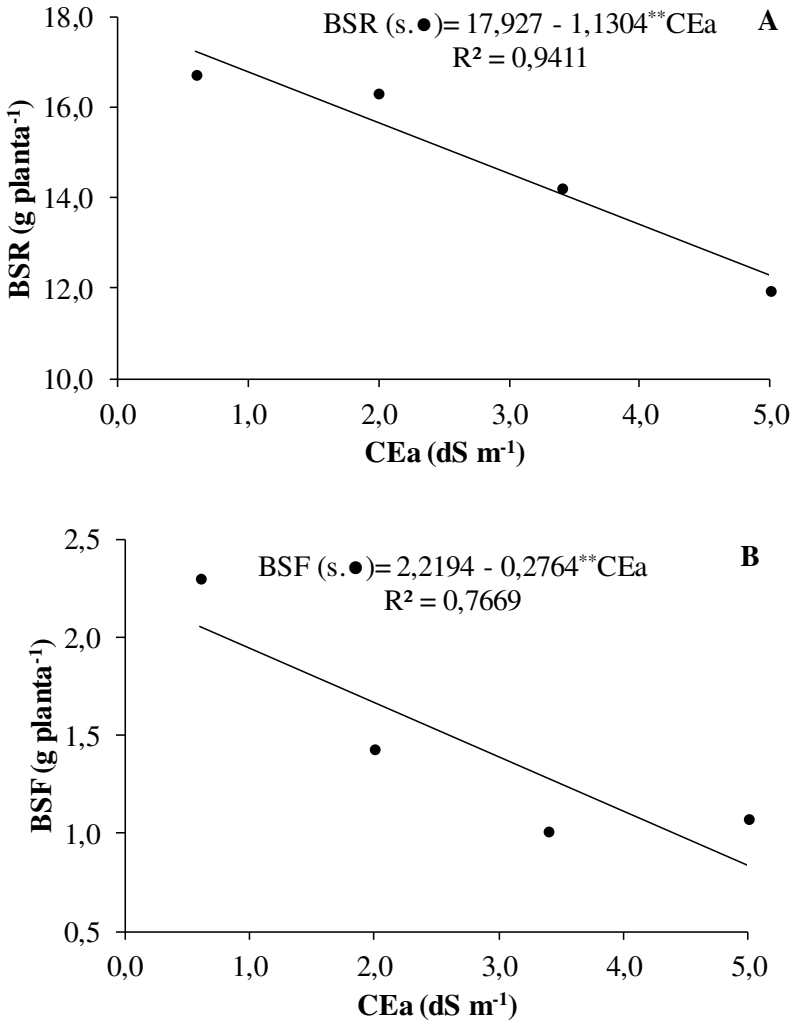
		Quadrados médios			
Fonte variação	**GL**	**MSFL**	**BSR**	**BSPA**	**BST**
Blocos	3	$0,8747^{ns}$	$11,1197^{ns}$	$80,4620^{**}$	$146,5542^{**}$
Salinidade	3	$8,5106^{**}$	$115,8948^{**}$	$507,7641^{**}$	$1079,1600^{**}$
Zeólita (z)	1	$3,1212^{ns}$	$184,8705^{**}$	$31,9358^{ns}$	$370,4811^{**}$
Interação (SxZ)	3	$0,5648^{ns}$	$26,5007^{ns}$	$58,3580^{*}$	$146,3215^{**}$
Resíduos	85	1,6506	11,0223	19,8254	33,3233
Total	95	-	-	-	-
CV	-	88,04	22,40	14,68	12,79
Com (z)	47	1,278a	13,43b	29,75a	43,18b
Sem (z)	47	1,639a	16,21a	30,90a	47,11a
Total	94	-	-	-	-

ns, ** e *: não significativo e significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente, C.V. – coeficiente de variação. Gl – grau de liberdade: Fonte: Elaborado pelo autor.

5.6.1 Biomassa seca da raiz e de flores

Na Figura 22 estão contidas a biomassa seca da raiz (MSR) e a biomassa seca de flores (MSFL) da espécie de planta ornamental *Ixora coccínea*, submetidas à irrigação com águas salina com presença e ausência de zeólita aos 90 dias após o início da aplicação dos tratamentos.

Figura 22 – Biomassa seca da raiz (A), de flores (B), da *Ixora coccínea,* planta ornamental, submetidas à irrigação com águas salinas na presença e ausência de zeólita.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Para a biomassa seca da raiz (BSR) (Figuras 22A), verificou-se efeito isolado da salinidade e da zeólita. Verificou-se resposta linear com redução média de 1,13 g planta^{-1} por incremento unitário da salinidade e uma redução total de 29,37%, comparando-se os níveis extremos de salinidade. Por outro lado, verificou que nos tratamentos com zeólitas os valores foram menores quando comparado ao tratamento sem zeólita, com redução de 17,28 na massa do sistema radicular, considerando-se a média dos tratamentos com diferentes níveis de salinidade.

O crescimento radicular em geral é inibido pela exposição à alta salinidade, como resultado dos efeitos osmótico e tóxico dos sais (BAÑÓN *et al.,* 2012). Segundo Sánchez-Blanco *et al.* (2014), as raízes são a parte mais vulnerável da planta quando exposta ao estresse

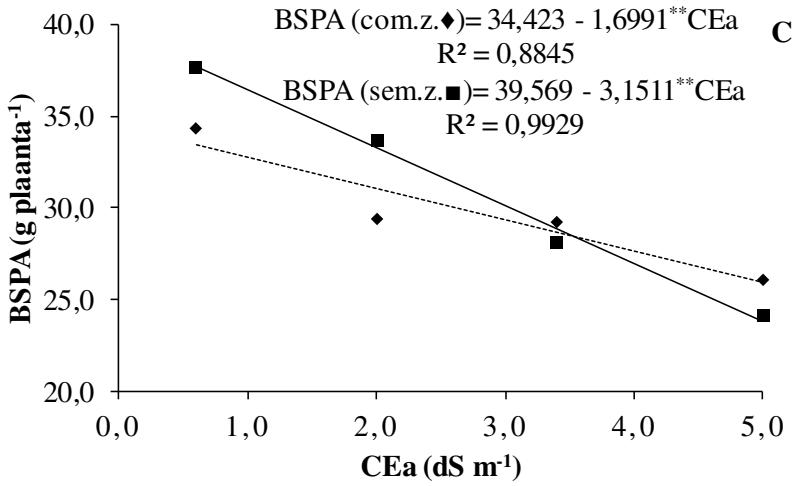
salino, e como resultado, a capacidade de absorção de água, a eficiência do uso da água, entre outros parâmetros podem ser comprometidos.

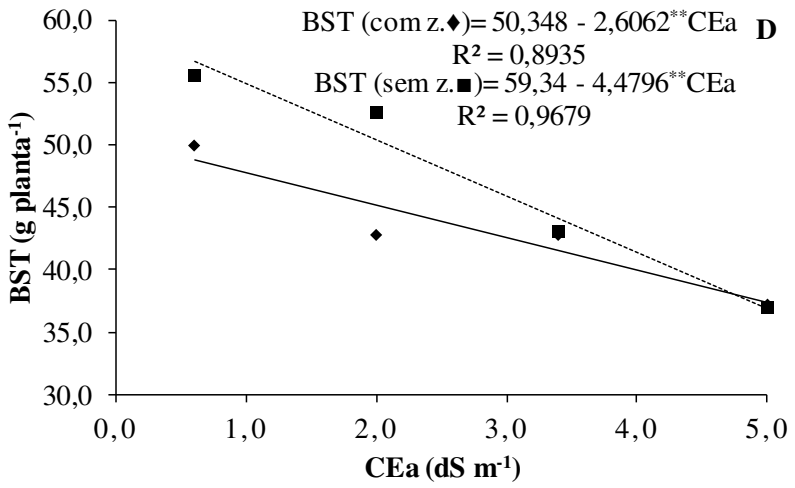
A biomassa seca de flores (BSF) (Figura 22B) apresentou decréscimo linear acentuado com o aumento da salinidade. Para essa variável foi observada perda relativa de 52,2% no maior nível de salinidade, quando comparado ao tratamento controle. O estresse salino pode resultar em um desequilíbrio nutricional e assim afetar a quantidade de flores em plantas ornamentais. É perceptível que o estresse salino afetou negativamente a produção de flores, de modo que, pode ter sido acarretado pelas modificações nas relações hídricas, capacidade fotossintética ou mesmo desequilíbrio nutricional. As plantas que são submetidas ao estresse salino podem sofrer alterações como: retardo do florescimento, reduzindo a intensidade da floração ou mesmo encurtar o pecíolo de floração (ÁLVAREZ *et al*., 2012). Resultados semelhantes foram observados em Schossler *et al*. (2012) e Alves *et al.* (2011).

5.6.2 Biomassa seca da parte aérea e total

Na Figura 23 estão contidas a biomassa seca da parte aérea (BSPA) e biomassa seca total (BST) de *Ixora coccínea*, submetida à irrigação com água salina com presença e ausência de zeólita aos 90 dias após o início da aplicação dos tratamentos.

Figura 23 –Biomassa seca da parte aérea (C) e biomassa seca total (D) da *Ixora coccínea,* submetidas à irrigação com águas salinas na presença e ausência de zeólita.





Fonte: Elaborado pelo autor.

Para a biomassa seca da parte aérea (Figura 23C) e biomassa seca total (Figura 23D) foi constatado efeito da interação salinidade x zeólita. Verificou-se que para essas duas variáveis a salinidade provocou reduções lineares, com decréscimos de 1,69 e 3,15 g planta^{-1} para cada incremento de condutividade elétrica, para os tratamentos com e sem zeólitas, respectivamente. Isso resultou reduções de 23,9% e 35,8% quando comparado o maior nível de salinidade com o tratamento controle, respectivamente para os tratamentos com e sem zeólitas. Resultados similares foram observados para a biomassa seca total (Figura 23D).

Redução na produção de biomassa de plantas ornamentais sob estresse salino tem sido observada também por diversos autores, Niu *et al*., 2013; Valdés *et al.,* 2014; Alvarez & Sánchez-Blanco, 2015; Oliveira *et al*.; 2017; Neves *et al*., 2018; Oliveira et al, 2018), sendo esta uma variável de referência para indicação da tolerância das plantas a salinidade (OLIVEIRA *et al*., 2018). Entretanto, não existem relatos sobre a interação entre salinidade e aplicação de zeólitas em plantas sob estresse salino. Os dados de biomassa do presente estudo (Figuras 23C e 23D) parecem indicar benefício da zeólita com o incremento da salinidade, visto que a taxa de redução no tratamento com zeólita foram menores e as curvas tendem a se cruzar em níveis mais elevados de salinidade (Figura 23C e 23D).

5.7 Número de flores

Os resultados da ANOVA apresentados na Tabela 9 indicam que as análises indicadoras das variáveis número de flores iniciais (FL/INI) e número de flores abertas (FL/ABE) foram influenciadas significativamente pelos fatores isolados água salina e zeólita

pelo teste F ($p \leq 0,05$ ou $p \leq 0,01$), ao nível significativo de 1 e 5 % de probabilidade. Entretanto os dados das respostas foram aos 90 dias, etapa final de condução experimental.

Tabela 9 – Resumo da análise de variância de flores iniciais (FL/INI), desenvolvida (FL/DES) e aberta (FL/ABE) de *Ixora coccínea,* planta ornamental, cultivada com água salina, na presença e ausência de zeólita.

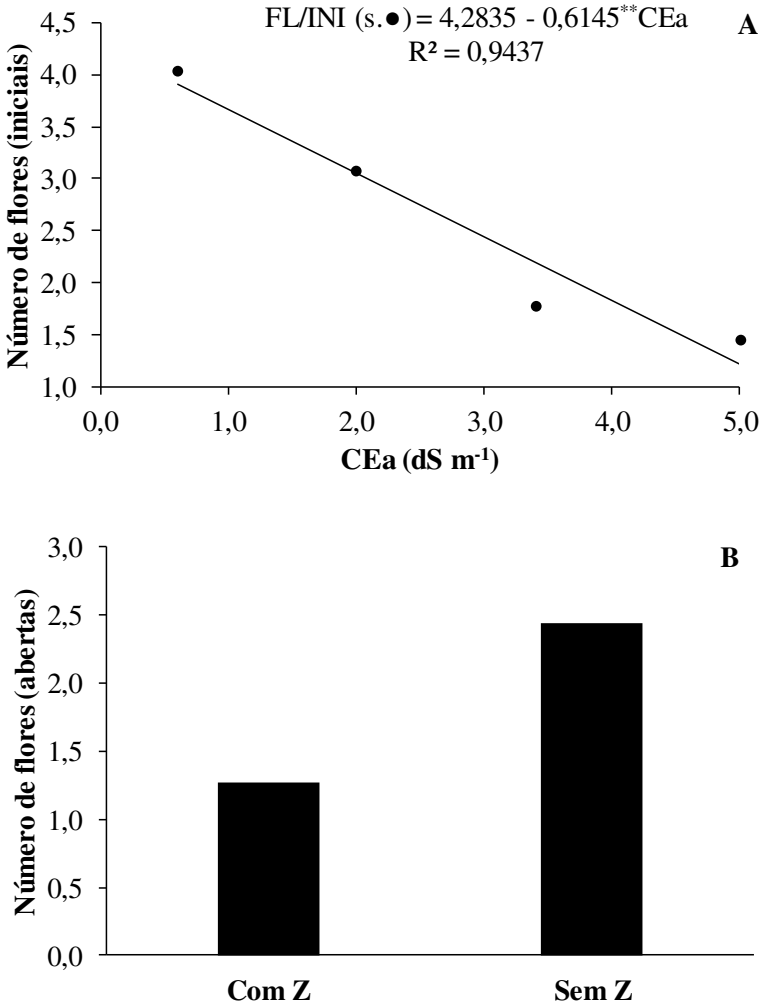
		Quadrados médios		
Fonte de variação	**GL**	**FL/INI**	**FL/DES**	**FL/ABE**
Blocos	3	$14,1145^{*}$	$4,3437^{ns}$	$3,1250^{ns}$
Salinidade	3	$34,1493^{**}$	$4,8437^{ns}$	$11,9305^{ns}$
Zeólita (z)	1	$2,3437^{ns}$	$4,5937^{ns}$	$32,66667^{*}$
Interação (S x Z)	3	$0,4270^{ns}$	$2,8437^{ns}$	$9,1667^{ns}$
Resíduos	85	3,98786	1,9829	5,1838
Total	95	-	-	-
CV	-	76,99	117,55	122,79
Com (z)	47	2,44a	1,42a	1,27b
Sem (z)	47	2,75a	0,98a	2,44a
Total	94	-	-	-

ns,** e *: não significativo e significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente, C.V . – Coeficiente de variação. Gl – grau de liberdade: Fonte: Elaborado pelo autor.

5.8 Número de flores iniciais e abertas

Na Figura 24 são apresentados o número de flores iniciais (FL/INI)) e número de flores abertas (FL/ABE) da espécie ornamental *Ixora coccínea,* submetidas à irrigação com água salina com presença e ausência de zeólita aos 90 dias após o início da aplicação dos tratamentos.

Figura 24 – Número de flores iniciais (A), e número de flores abertas (B) de *Ixora coccínea,* planta ornamental, submetidas à irrigação com águas salinas na presença e ausência de zeólita.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A partir dos resultados mostrados nos gráficos é perceptível o efeito dos fatores isolados água salina e zeólita com decréscimo linear acentuado com o aumento da salinidade para variável número de flores iniciais (Figura 24A). Para essa variável foi observada perda relativa de 63,9% no maior nível de salinidade, quando comparado ao tratamento controle.

De acordo com a taxa de redução, pode-se afirmar que a salinidade teve efeito nocivo na produção de flores, uma vez que esses valores se mostraram mais pronunciados no nível salino maior. Alvarez & Sánchez-Blanco (2015), trabalhando com plantas de Callistemon laevis, também constataram que a salinidade da água de irrigação de 4,0 dS m^{-1} causou uma redução de 39% na produção de biomassa da planta, tendo em vista que esse efeito não afetou o florecimento.

Valdés *et al.* (2014), em experimento com plantas ornamentais, afirmam que a tolerância de plantas ornamentais quando submetidas aos sais, seja no solo, ou na água de irrigação, é determinada a partir da taxa de redução do crescimento da parte aérea, sendo que quanto menor for a redução, maior é a tolerância da planta aos sais.

Já para o número de flores abertas (Figura 24B), percebe-se o efeito isolado da zeólita, onde os valores foram maiores na ausência da zeólita. Nas plantas submetidas a presença de zeólita foi constatada uma redução de flores abertas de 40,98%. Desse modo, podemos afirmar que a utilização da zeólita para a espécie estudada apresentou efeitos negativos em uma variável relevante do ponto de vista ornamental. Isso pode representar uma alteração na fisiologia da planta, associada à atenuação ou intensificação do estresse, e que poderia está retardando o processo de florescimento.

Vale ressaltar que a espécie estudada, sofreu influência negativa com os níveis crescentes de salinidade, resultando em reduções acentuadas na produção de biomassa seca de flores (Figura 22B), tendo em vista que, esse órgão da planta citado é considerado um dos mais sensíveis à condutividade elétrica da água de irrigação. Corroborando com o presente trabalho, Fageria *et al*. (2010), relatam que os órgãos da parte aérea da planta são os mais sensíveis à salinidade, sendo a exposição ao estresse salino de curta ou longa duração. No entanto, outros autores têm verificado até incremento na produção de flores de algumas espécies ornamentais em níveis moderados de salinidade (NEVES *et al*., 2018; OLIVEIRA et al., 2018), resultados que divergem do presente trabalho.

5.9 Análise química do tecido vegetal.

Na Tabela 10 apresenta-se os resultados da análise de variância para as variáveis, teores de sódio nas folhas (Na^+), teores de potássio nas folhas (K^+) e a relação sódio e potássio (Na^+/K^+). As variáveis citadas não foram influenciadas significativamente pelo efeito isolado salinidade e da zeólita e da interação salinidade x zeólita ($p>0,05$).

Tabela 10 – Resumo da análise de variância dos teores de sódio (Na^+) e potássio (K^+) e a relação sódio e potássio (Na^+/K^+) nas folhas, de *Ixora coccínea,* planta ornamental, cultivada com água salina, na presença e ausência de zeólita.

		Quadrados médios		
Fonte de variação	**GL**	**Na^+**	**K^+**	**Na^+/K^+**
Blocos	3	$1,5813^{ns}$	$0,68714^{ns}$	$0,0622^{ns}$
Salinidade	3	$0,2801^{ns}$	$3,22883^{ns}$	$0,2790^{ns}$
Zeólita (z)	1	$0,8005^{ns}$	$2,40561^{ns}$	$0,0329^{ns}$
Interação (SxZ)	3	$0,3962^{ns}$	$0,32256^{ns}$	$0,0723^{ns}$
Resíduos	21	0,9459	4,02069	0,09977
Total	31	-	-	-
CV	-	23,08	25,89	52,91
Com (z)	15	4,0565a	7,4703a	0,628a
Sem (z)	15	4,3728a	8,0186a	0,564a
Total	30	-	-	-

ns, ** e *: não significativo e significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente, C.V. – coeficiente de variação. Gl – grau de liberdade: Fonte: Elaborado pelo autor.

Os prováveis benefícios da adição de zeólitas em plantas sob estresse salino poderiam estar associados com a retenção de sódio e manutenção de baixos valores da relação Na^+/K^+, reduzindo a toxicidade associada a elevados níveis de salinidade. Para Sun *et al.* (2010), a relação entre a concentração de sódio e potássio no citosol é considerado um indicativo para a resistência das plantas ao estresse salino. Segundo Munns *et at*. (2002), a redução na absorção de Na^+, associada à baixa relação Na^+/K^+, tem sido utilizado como parâmetro importante na seleção de genótipos de trigo tolerante ao estresse salino. Entretanto, no presente estudo, os níveis salinos aplicados não influenciaram essas variáveis (Tabela 10), tendo sido observados baixos teores de Na nas folhas das plantas. Possivelmente, isso dificultou a observação dos efeitos benéficos das zeólitas em *I. coccinea*. Posteriores estudos com esse objetivo deverão incluir espécies sensíveis e que apresentem baixa retenção de sódio, bem como maior detalhamento do acúmulo desse cátion em outras partes da planta.

5.10 Porcentagem de plantas vivas ao final do experimento

Na Tabela 11, apresenta-se a porcentagem de plantas vivas ao final do experimento. Percebe-se que as plantas da espécie ornamental da espécie *Ixora coccínea* sobreviveram até o nível salino de maior concentração salina. Quando irrigado com água salina na presença e

ausência da zeólita as plantas se mostraram resistentes com porcentagem de 100% de plantas vivas mesmo na condutividade elétrica da água de irrigação mais extrema de 5,0 dS m^{-1}.

Tabela 11 – Porcentagem de plantas ornamentais vivas ao final do experimento, cultivado com diferentes concentrações salinas na presença e ausência de zeólita.

Plantas vivas no final do experimento (%)								
Salinidade da água de irrigação (Ds m^{-1})								
Espécie	**0,6**		**2,0**		**3,4**		**5,0**	
I. coccínea	**CZ**	**SZ**	**CZ**	**SZ**	**CZ**	**SZ**	**CZ**	**SZ**
	100	100	100	100	100	100	100	100

Cz- com zeólita e Sz – sem zeólita; Fonte: Elaborado pelo autor.

A espécie em estudo se mostrou adaptada aos diferentes níveis de salinidade da água de irrigação, mesmo sofrendo poucas alterações morfológicas resultante da dificuldade de absorção de água devido a salinidade maior (5,0 Ds m^{-1}), mesmo assim obteve-se 100% de plantas vivas ao final dos 90 dias de aplicação dos tratamentos salinos. Corroborando com o presente trabalho, Niu, Rodriguez e Aguinina (2007) obtiveram resultados semelhantes trabalhando com dez espécie de plantas ornamentais irrigadas com soluções salinas de condutividades elétricas de 0,8, 3,2 e 5,4 Ds m^{-1}, sendo que apenas uma delas não sobreviveu a concentração salina maior, enquanto nas demais não foram constatados sintomas de injúrias ou mesmo pequenas reduções no crescimento.

Oliveira (2017), em seu trabalho de dissertação intitulado de classificação da tolerância a salinidade em plantas ornamentais utilizando-se diferentes metodologias, observou em quatro espécies ornamentais, *C. roseus, A. catártica, I. coccínea e D. erecta* a porcentagem de plantas vivas aos 60 dias de aplicação dos tratamentos. Vale ressaltar que para essas espécies citadas, apenas a *I. coccínea* obteve 100% de sobrevivência mesmo na maior concentração salina de 12 Ds m^{-1}. Esses resultados são compatíveis com a espécie estudada a qual sobreviveu ao nível maior de condutividade elétrica, sendo um bom indicativo para ser cultivada sob irrigação com água salina.

5.11 Índice de tolerância a salinidade com base no percentual de redução

Na Tabela 12, são apresentados os dados referentes à redução relativa para a espécie ornamental *Ixora coccínea* considerando as variáveis biomassa seca da parte aérea, biomassa seca total, número de ramos, área foliar específica, razão de área foliar e aparência geral. As variáveis citadas, foram as que sofreram efeito da interação dos fatores, salinidade e zeólita (S x Z). Os resultados foram classificados de acordo com a tolerância a salinidade segundo Fageria (1985) adotando (S, MS, MT e T), e assim apresentada para cada nível de condutividade elétrica da água de irrigação, conforme mostrado o índice de redução na Tabela 12.

Considerando-se a massa seca da parte aérea e massa seca total, verifica-se menores reduções na presença de zeólita com limite de tolerância para a categoria tolerante (T) na condutividade elétrica de 3,4 dS m^{-1}. Neves et al. (2018) trabalhando com a espécie ornamental C. *roseus*, classificou como tolerante a níveis de salinidade de 2,5 e 7,5dS m^{-1} para as variáveis biomassa seca da parte aérea e de flores respectivamente também por meio do método adaptado de Fageria (1985).

Para o número de ramos, o limite de tolerância (T) também foi para a salinidade 3,4 dS m^{-1} com presença da zeólita com menores reduções. Para a área foliar específica, se mostrou tolerante mesmo no nível salino maior de 5,0 dS m^{-1}. Oliveira (2017), em seu trabalho de dissertação intitulado de classificação da tolerância à salinidade em plantas ornamentais utilizando-se diferentes metodologias, classificou de acordo com a similaridade das respostas de produção de biomassa da parte aérea, dados de trocas gasosas foliares e área foliar na categoria tolerante, as espécies *Ixora coccínea* (tolerante até 5,0 dS m-1); *Allamanda catártica* (tolerante até 3,0 dS m-1); *Catharanthus roseus* (tolerante até 2,0 dS m-1); *Duranta erecta* (tolerante até 2,0 dS m^{-1}) conforme Fageria (1985). O autor ainda afirma que a espécie *Ixora coccínea*, foi a mais tolerante para a maioria dos índices avaliados, porém manteve-se praticamente inalterável sua avaliação em termos de aparência geral (OLIVEIRA, 2017).

Na aparência geral a tolerância para a categoria moderadamente suscetível (MS) foi na condutividade elétrica de 5,0 dS m^{-1} na presença de zeólita, vale ressaltar que para o mesmo nível salino, na ausência de zeólita se mostrou tolerante. Levando em consideração a variável AFE, a espécie foi classificada com tolerante à salinidade, tendo em vista que apresentou boa coerência com a maioria das variáveis.

Tabela 12 – Redução da produção de BSPA, BST, NR, AFE, e AG de plantas da espécie *Ixora coccínea* e classificada quanto à tolerância a salinidade, em resposta às combinações de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação com presença e ausência de zeólita, aos 90 dias após o início dos tratamentos salinos.

Redução da produção (%)								
Salinidade da água de irrigação (dS m^{-1})								
	0,6		**2,0**		**3,4**		**5,0**	
Variáveis	CZ	**SZ**	**CZ**	**SZ**	**CZ**	**SZ**	**CZ**	**SZ**
BSPA	0,0^{T}	0,0^{T}	14,5^{T}	10,8^{T}	14,9^{T}	25,3^{MT}	24,0^{MT}	35,9^{MT}
BST	0,0^{T}	0,0^{T}	14,4^{T}	5,39^{T}	14,4^{T}	22,5^{MT}	25,4^{MT}	33,5^{MT}
NR	0,0^{T}	0,0^{T}	9,3^{T}	13,5^{T}	14,6^{T}	27,8^{MT}	23,1^{MT}	38,1^{MT}
AFE	0,0^{T}	0,0^{T}	1,18^{T}	0,0^{T}	2,91^{T}	5,21^{T}	9,95^{T}	10,65^{T}
AG	0,0^{T}	3,74^{T}	12,7^{T}	0,0^{T}	24,6^{MT}	23,4^{MT}	42,4^{MS}	11,5^{T}
Média	0,0^{T}	0,75^{T}	10,4^{T}	5,94^{T}	14,3^{T}	20,8^{MT}	24,9^{MT}	25,9^{MT}

Fonte: adaptada de Fageria (1985). CZ – Com zeólita; SZ – Sem zeólita; C – Controle; T – Toleraante; MT – Moderadamente tolerante; MS – Moderadamente suscetível; S – Suscetível; BSPA – Classificação baseada na redução da biomassa seca da parte aérea; NR – Classificação baseada na redução em número de ramos; AFE – Classificação baseada na redução da área foliar específica; RAF – Classificação baseada na redução da razão de área de área foliar; Classificação de tolerância à salinidade segundo Fageria (1985).

5.12 Análise sensorial

Na Tabela 13 apresenta-se os resultados da análise de variância para a variável notas atribuídas pelos julgadores da análise sensorial da espécie ornamental *Ixora coccínea* cultivadas com água de diferentes salinidades com presença e ausência de zeólita. Observa-se efeito dos fatores isolados salinidade e zeólita, significativamente ao nível de 1 % de probabilidade pelo teste F ($p \leq 0,01$), além do efeito da interação salinidade x zeólita (S x Z) também com a mesma significância de 1 % de probabilidade pelo teste F ($p \leq 0,01$).

Tabela 13 – Resumo das análises de variâncias para as notas da análise sensorial da espécie de planta ornamental *Ixora coccínea*, cultivadas com água de diferentes salinidades com presença e ausência de zeólita.

		Quadrados médios
Fonte de variação	**GL**	**NOTAS**
Blocos	79	31,39350**
Salinidade	3	276,2986**
Zeólita (z)	1	251,1633**
Interação (SxZ)	3	103,3612**
Resíduos	1193	0,307351
Total	1279	-
CV	-	8,73

ns, ** e *: não significativo e significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente, C.V. – coeficiente de variação. Gl – grau de liberdade; Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Figura 25, são apresentadas as notas atribuídas pelos julgadores da análise sensorial da espécie ornamental *Ixora coccínea* cultivadas com água de diferentes salinidades com presença e ausência de zeólita aos 90 dias após o início da aplicação dos tratamentos. As notas estão mostradas de acordo as equações linear e cúbica onde mostra resultados decrescentes com o aumento da salinidade.

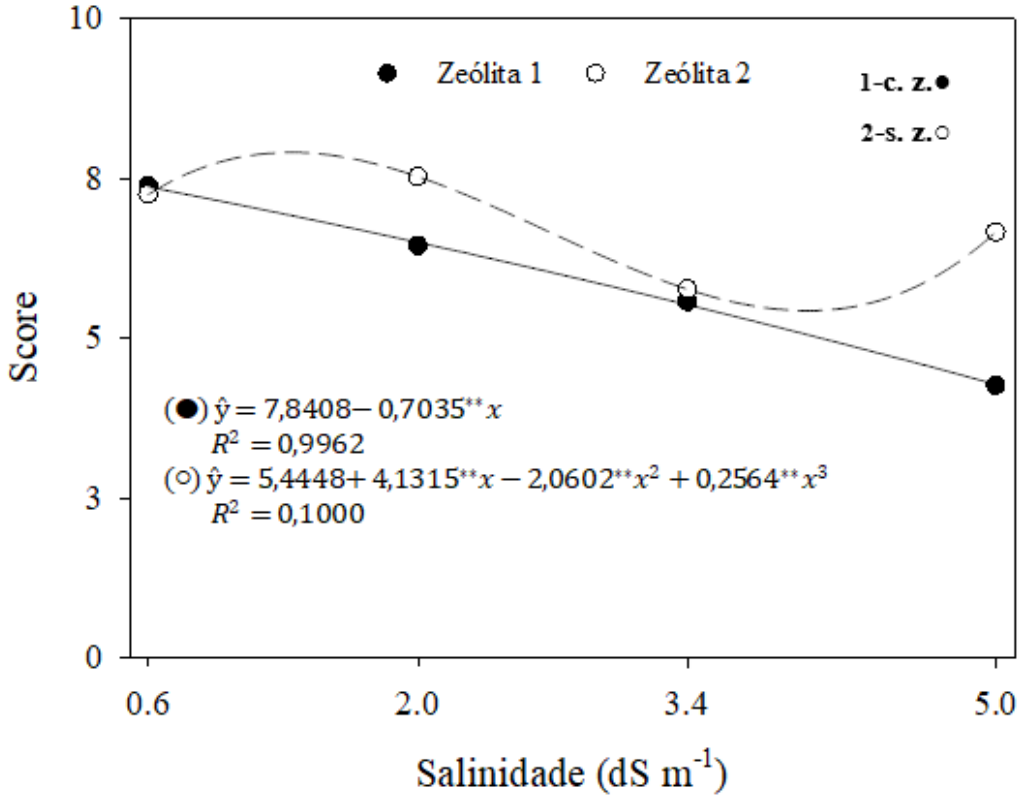
Nas equações do gráfico é notável o comportamento diferente de ambas. As notas atribuídas às plantas irrigadas com água salina que receberam zeólita, apresentaram as menores notas obtendo-se comportamento linear e decrescente à medida que aumentou a salinidade, com redução de 68,6% quando comparado ao tratamento controle.

Já para as plantas que não receberam zeólita, os resultados pelos julgadores foram mais satisfatórios se mostrando maiores em todos os tratamentos salinos, vale ressaltar que é notável um comportamento cúbico de acordo com a equação presente no gráfico onde a ela apresentou um ponto máximo na salinidade 1,0 dS m^{-1} referente a nota 8,3 e um ponto mínimo na salinidade 4,0 dS m^{-1} atribuído uma nota 6.

Ao atingir o ponto mínimo de forma decrescente, a curva voltou a atingir um novo ponto máximo, dessa vez na salinidade 5,0 dS m^{-1} obtendo nota 8 pelos julgadores. Os resultados obtidos mostram que a utilização da zeólita para a espécie estudada apresentou efeitos negativos em uma variável importante do ponto de vista ornamental, tendo em vista que é um parâmetro muito relevante, pois se trata da nota de acordo com aparência fisiológica da planta. Oliveira (2017), em seu trabalho de dissertação intitulado de classificação da tolerância

à salinidade em quatro espécies de plantas ornamentais utilizando-se diferentes metodologias, verificou que as notas atribuídas pelos os julgadores para aparência geral das espécies, decresceram com o aumento da salinidade, exceto para *I.* coccínea. Conceituando que ela manteve seus indicadores quantitativos e qualitativos apresentando menores decréscimos em resposta a salinidade.

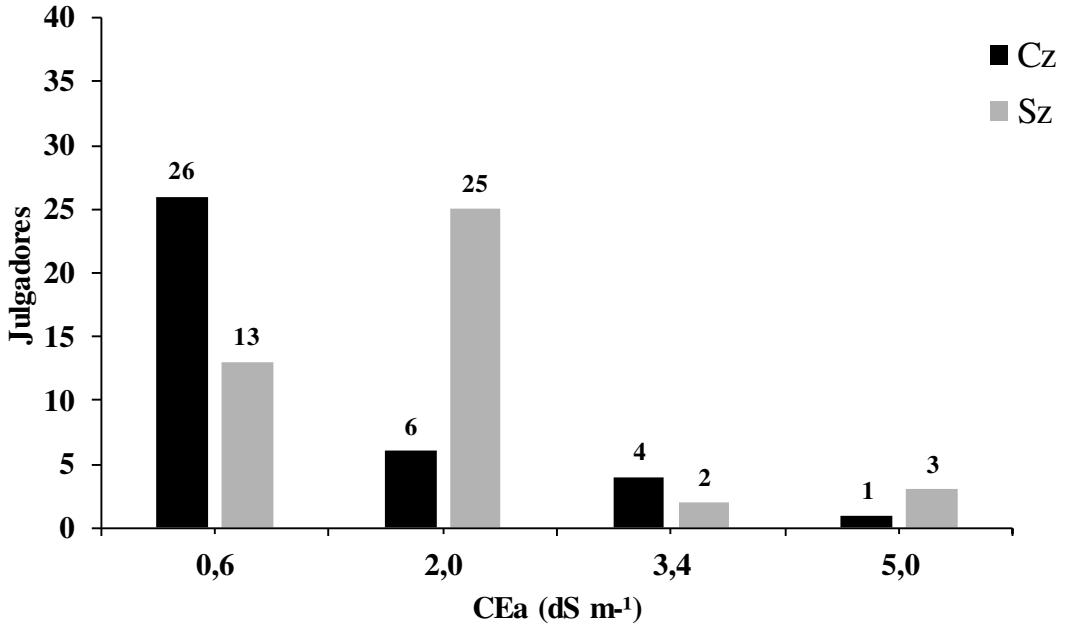
Figura 25 – Notas atribuídas a espécie ornamental *Ixora coccínea*, submetidas à irrigação com águas salinas com presença e ausência de zeólita onde mostra o efeito da interação salinidade e zeólita (S e Z).



(1-c. z) - Com zeólita. (2-s. z) - Sem zeólita. Fonte: Elaborado pelo autor.

Os resultados referentes à preferência dos julgadores (Figura 26), é mostrado o número de julgadores que escolheram as plantas conforme a aparência e foi perceptível os maiores resultados nos menores níveis de salinidades.

Figura 26 – Preferência dos julgadores quando questionados sobre qual das amostras de *Ixora coccínea* submetidas aos quatros níveis salinos na presença e ausência de zeólita.



(c. z) - Com zeólita. (s. z) - Sem zeólita. Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Figura anterior observa-se que, para a espécie *Ixora coccínea* a intenção de compras de acordo com os julgadores, foi 32,5%, quando irrigado com água salina de 0,6 dS m^{-1} na presença de zeólita, sendo considerado como tratamento controle. Já na ausência da zeólita para o mesmo tratamento, verificou-se intenção de compras de 16,25%. Vale ressaltar que para o tratamento de condutividade elétrica da água de irrigação de 2,0 dS m^{-1} na presença de zeólita foi de 7,5% da intenção de compras pelos os julgadores. Para o mesmo tratamento na ausência de zeólita, observa-se uma intenção de compras pelos os julgadores com valor próximo ao tratamento controlem o qual foi de 31,25%.

De acordo com os resultados obtidos observa-se que, a preferência dos julgadores vai de acordo com a concentração salina, tendo em vista que os melhores resultados são observados nas menores condutividades elétricas. Assim as características visuais das folhas e flores têm influência direta na escolha da planta pelos compradores. Oliveira (2016), em seu trabalho de dissertação intitulado de influência do modo de irrigação na tolerância de plantas ornamentais à salinidade da água. Observou a preferência dos julgadores nas espécies de plantas ornamentais, com 48,33% na salinidade 2,4 dS m^{-1} para *C. roseus* e na condutividade da água de 0,6 dS m^{-1} para as espécies *A. catártica* e *I. coccínea* foi de 55%.

Os resultados mostram que a espécie submetida à irrigação com água salina, na presença de zeólita, só apresentou parâmetros positivos na salinidade controle de 0,6 dS m^{-1}, e efeito negativo para os demais níveis de condutividade elétrica com resultados melhores nos tratamentos sem zeólita. Do posto de vista ornamental, esse resultado não é favorável, pois a preferência dos julgadores é extremamente importante do ponto de vista comercial do consumidor, assim pode-se afirmar que a zeólita apresentou efeito negativo em mais um parâmetro relevante.

6 CONCLUSÃO

A salinidade da água de irrigação apresentou efeitos deletérios à espécie ornamental *I. coccínea,* provocando reduções nas trocas gasosas foliares, na produção de flores e no crescimento das plantas.

Não se observou acúmulo de Na^+ nos tecidos foliares, sugerindo que os efeitos negativos da salinidade foram associados principalmente ao componente osmótico do estresse salino.

Interação entre salinidade e zeólitas foi observada para produção de biomassa da parte aérea e total, número de ramos, área foliar específica e razão de área foliar. Entretanto, o baixo acúmulo de sódio nas folhas dificultou o esclarecimento de algum efeito benéfico da zeólita em *I. coccínea* sob estresse salino.

As variáveis mais adequadas para classificar as espécies ornamentais, quanto a tolerância a salinidade, são as relacionadas a produção de biomassa, números de ramos, área foliar específica, razão de área foliar e aparência geral. As plantas da espécie *Ixora coccínea* que apresentaram melhor aceitação do público foram as dos tratamentos de condutividade elétrica de 0,6 dS m^{-1} (tratamento controle) e 2,0 dS m^{-1}.

REFERÊNCIAS

ACOSTA-MOTOS, J.R.; ORTUÑO, M.F.; BERNAL-VICENTE, A.; DIAZ-VIVANCOS, P.; SÁNCHEZ BLANCO, M. J.; HERNÁNDEZ, J.A. Respostas das plantas ao estresse salino: mecanismos adaptativos. **Agronomy**, n.7, p.18, 2017.

ALBUQUERQUE, T. E. S.; ALBUQUERQUE, J. A. S. Influência do tipo de estaca e de alguns reguladores de crescimento no enraizamento de estacas de figueira (Fícus carica L.). Fruticultura. Recife: C**ongresso Brasileiro de Fruticultura**, v.4, p. 762-770, 1982.

ALGOUFI, Y. T.; HAMEED, B. H. Synthesis of glycerol carbonate bytra nsesterification of glycerol with dimethyl carbonate over K-zeolite derived from coal fly ash. **Fuel Processing Technology**, v.126, p. 5-11, 2014. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.fuproc.2014.04.004.

ÁLVAREZ, S.; SÁNCHEZ-BLANCO, M. J. Comparison of individual and combined effects of salinity and deficit irrigation on physiological, nutritional and ornamental aspects of tolerance in Callistemon laevis plants. **Journal of Plant Physiology**, v.185, p.65-74, 2015. https://doi.org/10.1016/j.jplph.2015.07.009

ÁLVAREZ, S.; GÓMEZ-BELLOT, M.; CASTILLO, S.; BAÑÓN, M. J.; SÁNCHEZ-BLANCO, M. J. Efeito osmótico e salino no crescimento, relações hídricas e absorção e translocação de íons em plantas de Phlomis purpúrea Environ. **Exp. Robô,** v.78, p. 138– 145, 2012.

ALVES, F. A. L.; FERREIRA-SILVA, S. L.; SILVEIRA, J. A. G., PEREIRA, V. L. A. Efeito do Ca^{2+} externo no conteúdo de Na^{+} e K^{+} em cajueiros expostos a salinidade. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, n.6, v.4, p.602-608, 2011. https://doi.10.5039/agraria.v6i4a1257.

AYELE, L.; PEREZ-PARIENTE, J.; CHEBUDE, Y.; DÍAZ, I. Synthesis of zeolite A from Ethiopian kaolin. **Microporous and Mesoporous Materials**, n. 215, p. 29-36, 2015.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **Water quality in agriculture**. 2. ed. Campina Grande: UFPB. FAO. Irrigation and Drainage Studies, v. 29. 1999. 153 p.

AZEVEDO NETO, A. D.; TABOSA, J. N. Estresse salino em plântulas de milho: Parte II Análise do crescimento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.4, n.2, p.159-164, 2000.

BAÑÓN, J.; MIRALLES, J. O.; SÁNCHEZ-BLANCO, M. J. O efeito da salinidade e do alto boro no crescimento, atividade fotossintética e conteúdo mineral de dois arbustos ornamentais **Horticulture Science.** (Praga), v. 39, p.188 – 194. 2012. https://doi: 10.17221/167/20111.

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

BERNARDI, A. C. C.; WERNECK, C. G.; HAIM, P. G.; REZENDE, N. G. A. M.; PAIVA, P. R. P.; MONTE, M. B. M. Crescimento e Nutrição Mineral do Porta-Enxerto Limoeiro

'Cravo' Cultivado em Substrato com Zeólita Enriquecida com NPK**. Fruticultura brasileira**, v. 3, p.794-800, 2008.

BERNARDI, A. C. C.; WERNECK, C. G.; HAIM, P. G.; BOTREL, N.; OIANO-NETO, J.; Monte, M. B. M.; VERRUMA-BERNARDI, M. R. Produção e Qualidade de Frutos de Tomateiro Cultivado em Substrato com Zeólita. **Horticultura brasileira,** n. 2, p.306-311, 2007.

CARTER, C.; GRIEVE, C. M. Crescimento e nutrição de duas cultivares de*Zinnia elegans* sob condições salinas. **Horticulture Science**, v.45, p.1058–1063, 2010.

CARVALHO, J. F.; TSIMPHO, C. J.; SILVA, E. F. F.; MEDEIROS, P. R. F.; SANTOS, M. H. V.; SANTOS, A. V. Produção e biometria do milho verde irrigado com água salina sob frações de lixiviação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, p.368-374, 2012.

CHAVES, L. H. G.; GHEYI, H. R.; RIBEIRO, S. Consumo de água e eficiência do uso para cultivar de mamona paraguaçu submetida à fertilização nitrogenada. **Revista de Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 8, n. 1, p. 126-133, 2011.

CARVALHO, T. E. M.; FUNGARO, D. A.; IZIDORO, J. C. Adsorção do Corante Reativo Laranja 16 de Soluções Aquosas por Zeólita Sintética. **Química nova**, n. 2, p.358-363, 2010.

CAVALCANTE, L. F.; CORDEIRO, J. C.; NASCIMENTO, J. A. M.; CAVALCANTE, Í. H. L.; DIAS, T. J. Fontes e níveis da salinidade da água na formação de mudas de mamoeiro cv. Sunrise solo. **Semina: Ciências Agrárias**, v.31, p.1281-1290, 2010.

CASSANITI, C.; ROMANO, D.; HOP, M.E.C.M.; FLOWERS, T. J. Growing floricultural crops with brackish water. **Environmental and Experimental Botany**, v. 92, p. 165-175, 2013.

CHANDRASEKHAR, S.; AND PRAMADA, P.N. Sintering behavior of calcium exchanged low silica zeolites synthesized from kaolin. **Ceramics International,** v. 27**,** p.105–114, 2001.

CHAUM, S.; KIRDMANEE. C. Efeito do estresse salino no acúmulo de prolina, habilidade fotossintética e caracteres de crescimento em duas cultivares de milho Pak. **J. Bot.,** v.41, p.87–98, 2009.

CHOUDHARY, O.P., GRATTAN, S.R., MINHAS, P.S. Sustainable Crop Production using Saline and Sodic Irrigation Waters. Alternative Farming Systems, Biotechnology, Drought Stress and Ecological Fertilizations**. Sustainable Agricultural Reviews. Springer, Netherlands**, v. 6, p. 293–318. 2010.

DIAS, N. S.; DUARTE, S. N.; GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F. de SOARES, T. M.Manejo da fertirrigação e controle da salinidade do solo sob ambiente protegido,utilizando-se extratores de solução do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.4, n.2, p.146-151, 2005.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise do solo**. 3 ed. Rio de Janeiro, 2011, 230 p.

FAGERIA, N. K.; SOARES FILHO, W. S.; GHEYI, H. R. Melhoramento genético vegetal e seleção de cultivares tolerantes à salinidade. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. dá S.; LACERDA, C. F. de (ed.). **Manejo da salinidade na agricultura**: **Estudos básicos e aplicados.** Fortaleza: INCT Sal.2010 cap. 13, p.205-218.

FAGERIA, N. K. Salt tolerance of rice cultivars. **Plant and Soil,** v. 88, p. 237-243, 1985.

FAO. Crops and drops: making the best use of water for agriculture**. Roma** 2002. 22p.

FARIAS, S. G. G.; SANTOS, D. R.; FREIRE, A. L. O.; SILVA, R. B. Estresse salino no crescimento inicial e nutrição mineral de Gliricídia (Gliricidia sepium (Jacq.) Kunt ex Steud) em solução nutritiva. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, p. 1499-1505, 2009.

FARIAS, Séfora Ggil Gomes. **Estresse osmótico na germinação, crescimento e nutrição mineral de glicirídia (*Gliricidia sepium* (Jacq.)**. 2008. Dissertação – (Mestrado em Sistemas Agrossilvipastoris no Semiárido) - Centro de ciências agrárias, Universidade Federal de Campina Grande, Patos, 2008.

FERREIRA, D. F.; SISVAR®: **Sistema de análise de variância para dados balanceados**, versão 5.3. Lavras: DEX/UFLA, 2010. (Software estatístico).

FERREIRA, R. G.; TÁVORA, F. J. A. F; HERNANDEZ, F. 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, n. 1, p.79-88, 2001.

FUNGARO, D. A.; YAMAURA M.; GRACIANO J. E. A. Remoção de Íons Zn^{2+}, Cd^{2+} e Pb^{2+} de Soluções Aquosas Usando Compósito Magnético de Zeólita de Cinzas de Carvão. **Química. Nova**, n 6, p. 1275-1278, 2010.

FUNGARO, D.A; IZIDORO, J.C. Remediação de drenagem ácida de mina usando zeólitas sintetizadas a partir de cinzas leves de carvão. **Química Nova**, n 29(4), p. 735-740, 2006.

GALADIMA, A; MURAZA O. Zeolite Catalysts in Upgrading of Bioethanol to Fuels Range Hydrocarbons: **A review. Journal of Industrial and Engineering Chemistry**, n 31, p. 1-14, 2015.

GARAU, G.; CASTALDI, P.; SANTONA, L.; DEIANA, P.; MELIS, P. Influence of red mud, zeolite and lime on heavy metal immobilization culturable heterotrophic microbial populations and enzyme activities in a contaminates soil. **Geoderma**, no 142: p. 47-57, 2007.

GARCIA-CAPARRÓS, P.; LAO, M. T. The effects of salt stress on ornamental plants and integrative cultivation practices. **Scientia Horticulturae**, v. 240, p. 430-439, 2018.

GARCÍACAPARRÓS, P.; LLANDERAL, A.; PESTANA, M.; CORREIA, P. J.; LAO M. T. Mecanismos de tolerância de três vasos ornamentais cultivados sob salinidade moderada. **Science Horticulture**, v. 201, p.84–91. 2016. https://doi: 10.1016/j.scienta.2016.01.031.

GOMES, K. R.; SOUSA, G. G. DE; LIMA, F. A.; VIANA, T. V. DE A.; AZEVEDO, B. M. DE; SILVA, G. L. DA. Irrigação com água salina na cultura do girassol (Helianthus annuus L.) em solo com biofertilizante bovino. **Irriga**, v.20, p.680-693, 2015. https://doi.org/10.15809/ irriga.2015v20n4p680.

GOMES FILHO, E. (eds). Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados. 2. ed. Fortaleza, INCTsal. 2016. cap. 2, p. 9-16.

GURURANI, M. A.; VENKATESH, J.; TRAN, L. S. P. Regulação da fotossíntese durante a fotoinibição induzida por estresse abiótico. **Mol. Phys**., v.8, p. 1304 – 1320, 2015.

HATAMNIA, A. A.; ABBASPOUR, N.; DARVISHZADEH, R.; RAHMANI, F.; HEIDARI, R. Effect of salt stress on growth, ion content and photosynthesis of two oriental Tobacco (Nicotiana tabacum) cultivars. **International Journal of Agriculture and Crop Sciences,** v.6, p.757-761, 2013.

HEIDEN, G., BARBIERI, R. L., STUMPF E.R.T., Considerações sobre o uso de plantas ornamentais nativas**. Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 12, n.1, p. 2-7, 2006.

HILLEL, D. Small-scale irrigation for arid zones principles and options**. Land and Water Development Div FAO**, n. 2, 1997. 65 p.

HIRICH, A.; JELLOUL, A.; CHOUKR-ALLAH, R.; JACOBSEN, S. E. Saline water irrigation of quinoa and chickpea: Seedling rate, stomatal conductance and yield responses. **Journal of Agronomy and Crop Science**, v.200, p.378-389, 2014. http://dx.doi.org/10.1111/jac.12072

IBRAFLOR-INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORICULTURA**. O mercado de flores no Brasil. Campinas, I**BRAFLOR. 2015. Disponível em: http://www.ibraflor.com/publicacoes/vw.php?cod=235. Acesso em: 15 mar. 2019.

JUNQUEIRA, A. H.; PEETZ, M. S. O setor produtivo de flores e plantas ornamentais do Brasil, no período de 2018 a 2013: atualizações, balanços e perspectivas. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 20, n. 2, p. 115-120, 2014.

LACERDA, C. F. de.; COSTA, R. N. T.; BEZERRA, C. M. A.; NEVES, A. L. R.; SOUSA, G. G. de.; GHEYI, H. R. Estratégias de manejo para uso de água salina na agricultura. In: GHEYI H. R.; DIAS N. S.; LACERDA F. C.; GOMES FILHO, E. (eds.). Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados. 2. ed. Fortaleza, INCTSal. 2016. cap. 21, p. 337-349.

LI, X.; KANG, Y.; WAN, S.; CHEN, X.; CHU, L. Reclamation of very heavy coastal saline soil using drip-irrigation with saline water on salt-sensitive plants. Soil & Tillage Research, v.146, p.159-173, 2015.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RiMa, 2000. 531 p.

LIMA, G. S.; NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. A.; SILVA, A. O. Physiology, growth and yield of castor bean under salt stress and nitrogen doses in phenophases. **Idesia**, v.32, p.91-99, 2014. http:// dx.doi.org/10.4067/S0718-34292014000300012.

LIMA, L. A. Efeitos de sais no solo e na planta. In: GHEYI, H. R; QUEIROZ, J. E.; MEDEIROS, J. F. de. **Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada.** Campina Grande: SBEA/UFPB. p.113-136. 1997.

LORENZI, H.; SOUZA, H. M. Plantas ornamentais no Brasil: Arbustos, herbáceas etrepadeiras. **Nova Odessa**: Platarum, 3. ed. 2001. 1088p.

LUVISON, C.; MIGNONI, M. L.; PERGHER, S. B. C. Estudo da síntese da zeólita MCM-71**. Quimica. Nova**, n 1, p. 45-47, 2009.

LUZ, A. B. Zeólitas: propriedades e usos industriais. Rio de Janeiro: CETEM-CNPq, (CETEM. **Série Tecnologia Mineral**, 68), p, 37, 1994.

MAAS, E. V. Salt tolerance in plants. **Applied Agricultural Research**, v.1, p.12-26, 1986.

MACHADO, R. S.; RIBEIRO, R. V.; MARCHIORI, P. E. R.; MACHADO, D. F. S. P.; MACHADO, E. C.; LANDELL, M. G. A. Respostas biométricas e fisiológicas ao deficit hídrico em cana-de-açúcar em diferentes fases fenológicas**. Pesquisa Agropecuária Brasileira**.vol.44, n.12BrasíliaDec.2009.dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2009001200003.

MALASH, N.M.; FLOWERS, J.T; RAGAB, R. Effect of irrigation methods, management and salinity of irrigation water on tomato yield, soil moisture and salinity. **Irrigation Science.** v**.** 26, p. 313–323, 2008).

MANTOVANI, A. A method to improve leaf succulence quantification. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.42, n.1, p.9-14, 1999.

MARINHO, F. J. L**. Germinação, crescimento, e desenvolvimento do coqueiro AnãoVerde sob estresse salino.** 2002. 196 p. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) - Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande,2002.

MIYAMOTO, S.; MARTINEZ, I.; PADILLA, M.; PORTILLO, A.; ORNELAS, D. Landscape plant lists for salt tolerance assessment**. USDI, Bureau of Reclamation, Texas Agricultural Experiment Station, El Paso**. 2004.

MUNNS, R.; HUSAIN, S.; RIVELLI, A. R.; RICHARD, A. J.; CONDON, A. G.; MEGAN, P. L.; Evans, S. L.; Schachtman, D. P.; Hare, R. A. Avenues for increasing salt tolerance of crops, and the role of physiologically based selection traits. **Plant and Soil,** v.247, p.93-105.2002.

MUNNS, R.; TESTER, M. **Mechanisms of Salinity Tolerance. Annual Reviews of Plant Biology**, v.59, p.651-681, 2008.

NAKAMURA, A.; NARITA, M.; NARITA, S.; SUZUKI, Y.; MIYANAGA, T. In-situ XAFS study of Ag clusters in Ag-type zeolite-A. Journal of Physics: **Conference Series**, p.502, 2014.

NEVES, A. L. R.; LACERDA, C. F. de.; OLIVEIRA, A. C. de. SOUSA, C. H. C.; OLIVEIRA, F. I. F.; RIBEIRO, M. da. S. de. S. Quantitative and qualitative responses of Catharanthus roseus to salinity and biofertilizer. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 22, n. 1, p. 22-26, 2018. DOI: http://dx.doi.org/10.1590/18071929/agriambi.v22n1p22-26

NIU, G.; RODRIGUEZ, D. S.; AGUININA, L. Growth and landscape performance of ten herbaceous species in response to saline water irrigation. **Journal Environmental Horticulturae**, v.25, p.204-210, 2007.

NIU, G.; STARMAN, T.; BYRNE, D. Responses of growth and mineral nutrition of garden roses to saline water irrigation. **Hort Science**, v. 48, p. 756-761, 2013
9
OLIVEIRA, E. V. de. **Classificação da tolerância à salinidade em plantas ornamentais utilizando-se diferentes metodologias.** 2017. 100 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

OLIVEIRA, E. V. de.; LACERDA, C. F. de.; NEVES, A. L. R.; GHEYI, H. R.; OLIVEIRA, D. R.; OLIVEIRA, F. I. de.; VIANA, T. V. de. A. A new method to evaluate salt tolerance of ornamental plants. **Theoretical and Experimental Plant Physiology**, v. 30, p. 173-180, 2018. https://doi.org/10.1007/s40626-018-0112-701234

OLIVEIRA, F. I. F. de. **Influência do modo de irrigação na tolerância de plantas ornamentais à salinidade da água**. 2016. 105 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do solo) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.

OLIVEIRA, F. I. F.; MEDEIROS, W. J. F. de.; LACERDA, C. F. de.; NEVES, A. L. R.; OLIVEIRA, D. R. Saline water irrigation managements on growth of ornamental plants. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 21, n.11, p. 739-745, 2017.

PARIDA, A.K.; DAS, A.B. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v.60, n.3, p.324-349, 2005.

PERGHER, S. B. C.; CAOVILLA, M.; DETONI, C. Remoção de Cu^{+2} de soluções aquosas em zeólita NaX: efeito da granulometria. **Quimica Nova**, n 3, p. 397-401, 2005.

PILLAI, R. S.; SEBASTIAN, J.; JASRA, R. V. Grand canonical Monte Carlo simulation and volumetric equilibrium studies for adsorption of nitrogen, oxygen, and argon in cadmium (II) exchanged zeolite A. **J Porous Mater**, n 19, p. 683–693, 2012.

PRAZERES, S. S.; LACERDA, C. F. DE; BARBOSA, F. E. L.; AMORIM, A. V.; ARAÚJO, I. C. DA S.; CAVALCANTE, L. F. Crescimento e trocas gasosas de plantas de feijão-caupi sob irrigação salina e doses de potássio. **Revista Agro@mbiente On-line**, v.9, p.111-118, 2015.

PRISCO, J. T.; GOMES-FILHO, E. Fisiologia e bioquímica do estresse salino em plantas. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. (Eds.). In: GHEYI, H. R.; DIAS, N, S.; LARCERDA, C, F. (Eds.). **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados.** INCTSal, Fortaleza. cap. 10, p. 143-160, 2010.

RADEMACHER.W. Reguladores de crescimento de plantas: origens e usos na produção vegetal**. J. Plant Growth Regul**, v.34, p.845–872.2015.

REZENDE, N. G. A. M. **Argilas nobres e zeólitas na bacia do Paraíba**; relatório final de projeto. Belém: Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, p.33,1997.

RHOADES, J.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. **Uso de águas salinas para produção agrícola.** Campina Grande: UFPB. 2000. 117 p. Estudos (FAO, Irrigação e Drenagem 48).

RÍOS, C.A.; WILLIAMS, C.D.; ROBERTS, C.L. Removal of heavy metals from acid mine drainage (AMD) using coal fly ash, natural clinker and synthetic zeolites. **Journal of Hazardous Materials, article in press**, 2008.

RIBEIRO, K. D. F. & RODRIGUES, S. Uso de Zeólitas na Redução do Teor do Cátion Níquel de Efluentes Galvânicos. **Cerâmica Industrial**, n. 15, p. 42-46, 2010.

SÁNCHEZ-BLANCO, M. J.; ÁLVAREZ, S. M. F.; ORTUÑO, M.C; RUIZ-SÁNCHEZ. Resposta do sistema radicular à seca e à salinidade: distribuição de raízes e transporte de água. **Engenharia de Raiz, Biologia do Solo, Springer, Verlag, Berlin, Heide lberg**, p.325–352, 2014.

SANTOS, M. C.A.; FREITAS, S. P.; AROUCHA, E. M. M.; SANTOS, A. L. A. Anatomia e histoquímica de folhas e raízes de vinca (*Catharanthus roseus* (L.) G. Don). **Revista de Biologia e Ciências da Terra,** v. 9, n. 1, p.24-30, 2009.

SCHOSSLER, T. R.; MACHADO, D. M.; ALAN MARIO ZUFFO, A. M.; ANDRADE, F. R.; PIAUILINO, A. C. Salinidade: Efeitos na fisiologia e na nutrição mineral de plantas. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.8, n.15; p.1563-1578, 2012.

SHANG, Y.; WU, J.; ZHU, J.; WANG, Y.; LIU, R.; MENG, C.; Adsorption of nitrogen and oxygen in cobalt (II)-exchanged zeolite A. **Materials Research Bulletin**, no 45, p.1132–1134, 2010.

SHILLO, R; DING, M.; PASTERNAK D.; ZACCAI, M. Cultivation of cut flower and bulb species with saline water. **Scientia Horticulture,** v.92, p.41-54, 2002.

SILVA, F. G.; DUTRA, W. F.; DUTRA, A. F.; OLIVEIRA, I. M.; FILGUEIRAS, L.M.B.; MELO, A.S. DE. Trocas gasosas e fluorescência da clorofila em plantas de berinjela sob lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, v.19, p.946-952, 2015. http:// dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi. v19n10p946-952.

SILVEIRA, J. A.; CARVALHO. F.E. Proteômica, fotossíntese e resistência a sal nas culturas: uma visão integradora **J. Proteom**., v.143, pp.24 de–35, 2016.

SILVEIRA, J.A.G. et. al. Salt resistance in two cashew species is associated with accumulation of organic and inorganic solutes. **Acta Physiologiae Plantarum,** v.34, n.5, p.1629-1637, 2012.

SIMÕES, F. C.; PAIVA, P. D. O.; NERI, G. J. O.; PAIVA, R. **Noções básicas de jardinagem.** Lavras-MG: Universidade Federal de Lavras, (Boletim de extensão), p. 5-41, 2002.

SOUZA, E. R.; FREIRE, M. B. G. S.; MELO, D. V. M.; MONTENEGRO, A. A. A. Management of Atriplex nummularia Lindl. in a salt affected soil in a semi- arid region of Brazil. **International Journal of Phytoremediation**, v.16, p.73-85. 2014. http:// doi.org/10.108 0/15226514.2012.759529.

SUN, J.; WANG, M. J.; DING, M. Q.; DENG, S. R.; LIU, M. Q.; LU, C. F.; ZHOU, X. Y.; SHEN, X.; ZHENG, X. J.; ZHANG, Z. K.; SONG, J.; HU, Z. M.; XU, Y.; CHEN, S. L.H_2O_2 and cytosolic Ca^{2+} signals triggered by the PM H^+-coupled transport system mediate K^+/Na^+ homeostasis in $NaCl^-$stressed Populus euphratica cells. **Plant Cell e Environment**, v.33 (6), p. 943-958. 2010. doi.org/10.1111/j.1365-3040.2010. 02118. X .

SUN, K.; LU, J.; MA, L.; HAN, Y.; FU, Z.; DING, J. A comparative study on the catalytic performance of different types of zeolites for biodiesel production. Fuel, n 158, p. 848–854,2015.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**, Porto Alegre, ARTMED. 5º ed., 2013, 918p.
TESTER, M.; DAVENPORT, R. Na^+ tolerance and Na^+ transport in higher plants. **Annals of Botany**, v. 91, p. 503-527, 2003.

UREÑA, M. P.; D'ÁRRIGO, M. H.; GIRÓN, O. M. (1999) **Evaluación sensorial de los alimentos.** Universidade Nacional Agrária La Molina: Lima, 1999. 197 p.

VALDÉS, R.; MIRALLES, J.; FRANCO, J. A.; SÁNCHEZ-BLANCO, M. J.; BAÑÓN, S. Using soil bulk electrical conductivity to manage saline irrigation in the production of potted Poinsettia. **Scientia Horticulturae**, v. 170, p. 1-7, 2014. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2014.02.026

VIEIRA, L. H.; RODRIGUES, M. V.; MARTINS, L.Cristalização convencional de zeólitas e induzida por sementes. **Quimica Nova**, v. 37 (9), p. 1515-1524, 2014. http://doi.org/10.5935/0100-4042.20140229.

VOLLI, V; PURKAIT, M.K. Selective preparation of zeolite X and A from flyash and its use as catalyst for biodiesel production. **Journal of Hazardous Materials**, no 297, p.101–111, 2015.

WEN, J.; DONG, H.; ZENG, G. Application of zeolite in removing salinity/sodicity from wastewater: A review of mechanisms, challenges and opportunities. **Journal of Cleaner Production**, v. 197, p.1435-1446. 2018. doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.06.27.

WILLADINO, L.; CAMARA, T. R. Tolerância de plantas à salinidade: Aspectos fisiológicos e bioquímicos. **Enciclopédia Biosfera**, v. 6 p. 1-23, 2010.

ZHANG, N.; SHI, X.; GUAN, Z.; ZHAO, S.; ZHANG, F.; CHEN, S.; FANG, W.; CHEN, F. Treatment with spermidine protects chrysanthemum seedlings against salinity stress damage**.** **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 105, p.260-270, 2016.

APÊNDICE A – INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS

QUESTIONÁRIO UTILIZADO PARA ANÁLISE SENSORIAL

ANÁLISE SENSORIAL DA QUALIDADE VISUAL DE PLANTAS ORNAMENTAIS

Você está sendo convidado (a) a participar da avaliação da qualidade visual de *Ixora coccínea*, produzidas com águas salinas com presença e ausência de zeólita, por favor, dê sua opinião sincera sobre as amostras.

IDADE: ( ) 18 a 35 anos ( ) 36 a 55 anos ( ) 56 a 70 anos

SEXO: ( ) Feminino ( ) Masculino

Questão I - DÊ SUA NOTA DE ACORDO COM A ESCALA HEDÔNICA, para Aparência Geral

1- Desgostei extremamente
2- Desgostei muito
3- Desgostei moderadamente
4- Desgostei ligeiramente
5- Indiferente
6- Gostei ligeiramente
7- Gostei moderadamente
8- Gostei muito
9- Gostei extremamente

AVALIE COM RELAÇÃO À APARÊNCIA GERAL DAS PLANTAS								
AMOSTRAS								
	A	*B*	*C*	*D*	*E*	*F*	*G*	*H*
APARÊNCIA GERAL								
	I	*J*	*K*	*L*	*M*	*N*	*O*	*P*
APARÊNCIA GERAL								

Questão II - Em sua opinião como consumidor (a), escolha DUAS amostras que você compraria?

( ) *A* ( ) *B* ( ) *C* ( ) *D* ( ) *E* ( ) *F* ( ) *G* ( )*H*
( ) *I* ( ) *J* ( ) *K* ( ) *L* ( ) *M* ( ) *N* ( ) *O* ( ) *P*

Obrigado!!