

Leonardo Tullio  
(Organizador)



# Fronteiras para a Sustentabilidade 2

**Atena**  
Editora  
Ano 2019

Leonardo Tullio  
(Organizador)



# Fronteiras para a Sustentabilidade 2

**Atena**  
Editora  
Ano 2019

2019 by Atena Editora  
Copyright © Atena Editora  
Copyright do Texto © 2019 Os Autores  
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora  
Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira  
Diagramação: Karine de Lima  
Edição de Arte: Lorena Prestes  
Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

### **Conselho Editorial**

#### **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Faria – Universidade Estácio de Sá  
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima  
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobom – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia  
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

### **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

### **Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto  
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí  
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
F935	Fronteiras para a sustentabilidade 2 [recurso eletrônico] / Organizador Leonardo Tullio. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Fronteiras para a Sustentabilidade; v. 2)  Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader. Modo de acesso: World Wide Web. Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-873-1 DOI 10.22533/at.ed.731192312  1. Meio ambiente – Preservação. 2. Desenvolvimento sustentável. I. Tullio, Leonardo. II. Série  CDD 363.7
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

Atena Editora  
Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
contato@atenaeditora.com.br

## APRESENTAÇÃO

A obra “Fronteiras para a Sustentabilidade” aborda em seu segundo Volume uma apresentação de 9 capítulos, no qual os autores tratam as mais recentes e inovadoras pesquisas voltadas para a área de Sustentabilidade. Tema tratado com abordagem sistemática envolvendo o desenvolvimento de comunidades e sua gestão, a fim de tornar sustentável.

Explorar o território necessita de rumos que tracem caminhos visando o bem-estar da comunidade e principalmente o cuidado da natureza, ser sustentável requer superar obstáculos e aprimorar técnicas sem agredir o meio ambiente. Um bem fundamental para a sobrevivência são os recursos hídricos, no qual devem ser preservados para as gerações futuras, sua qualidade interfere no desenvolvimento de um povo e região. A exploração da natureza e seus recursos estão cada vez mais comprometidos devido ao crescimento das grandes cidades, ao passo que sua conservação nem sempre é a mais sustentável.

A necessidade de estratégias governamentais para a sustentabilidade do planeta é sem dúvida o rumo certo, porém a conscientização humana é o que garante o sucesso na preservação ambiental. Novas tecnologias estão sendo tentadas em diversas áreas, desde o campo até a cidade, para evidenciar os benefícios de ser sustentável sem agredir o meio ambiente.

Conhecer casos de sucesso e estudar sobre futuras pesquisas é o propósito deste e-book, levar conhecimento também é ser sustentável, desenvolver estratégias é superar fronteiras e cada vez mais pensar no futuro.

Seja diferente, pense diferente e comece agora, agir com propósitos sustentáveis pensando nas gerações futuras. Bons estudos.

Leonardo Tullio

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
MODELOS ESTRUTURAIS DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL	
Wilson José Figueiredo Alves Junior	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7311923121</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>16</b>
GOVERNANÇA E DESENVOLVIMENTO TERRITORIAL: PERCEPÇÃO DOS ATORES EM RELAÇÃO À PARTICIPAÇÃO NOS CONSELHOS E PROJETOS NO LITORAL PARANAENSE	
João Rafael Deron	
Valdir Frigo Denardin	
Alan Ripoll Alves	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7311923122</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>28</b>
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS POMBAS, LITORAL DO PARANÁ, BRASIL: TRAJETÓRIAS, VIVÊNCIAS E PROBLEMAS AMBIENTAIS	
Maristela Candido	
Liliani Marília Tiepolo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7311923123</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>41</b>
MONITORAMENTO PESQUEIRO NO LITORAL DO PARANÁ	
Mayra Jankowsky	
Jocemar Tomasino Mendonça	
Diego Morroni	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7311923124</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>56</b>
RECUPERAÇÃO E PROTEÇÃO DE NASCENTES: CASO DA COMUNIDADE PALMITAL 43, MUNICÍPIO DE MATO RICO, PARANÁ, BRASIL	
Fernando Henrique Villwock	
Jefferson de Queiroz Crispim	
José Antônio da Rocha	
Tiago Vinicus Silva Athaydes	
Alesson Lopes Soares	
Dener Elivelton Ciboto	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7311923125</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>68</b>
ROTEIRIZAÇÃO TURÍSTICA COMO INSTRUMENTO DE DESENVOLVIMENTO TERRITORIAL: O ROTEIRO 'VERDE QUE TE QUERO VERDE' DE CAMPO MAGRO/PARANÁ (BRASIL)	
Clotilde Zai	
Cicilian Luiza Löwen Sahr	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7311923126</b>	
<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>85</b>
OS CUSTOS DOS ACIDENTES DE TRÂNSITO ENVOLVENDO JOVENS PARA A POLÍTICA DE SAÚDE EM CINCO CIDADES DA REGIÃO OESTE DO PARANÁ	
Diuslene Rodrigues da Silva	

**DOI 10.22533/at.ed.7311923127**

**CAPÍTULO 8 ..... 93**

SELEÇÃO DE CULTIVARES DE SOJA PARA A TOLERÂNCIA AO ESTRESSE HÍDRICO

Rogério do Carmo Cabral

Kátia Cristina da Silva

Fábio Steiner

**DOI 10.22533/at.ed.7311923128**

**CAPÍTULO 9 ..... 105**

TOLERÂNCIA DE CULTIVARES DE SOJA À TOXICIDADE DE ALUMÍNIO

Rogério do Carmo Cabral

Kátia Cristina da Silva

Fábio Steiner

**DOI 10.22533/at.ed.7311923129**

**SOBRE O ORGANIZADOR..... 118**

**ÍNDICE REMISSIVO ..... 119**

## TOLERÂNCIA DE CULTIVARES DE SOJA À TOXICIDADE DE ALUMÍNIO

### Rogério do Carmo Cabral

Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Programa de Pós-Graduação em Agronomia  
Cassilândia – MS  
<http://lattes.cnpq.br/1939405933277824>

### Kátia Cristina da Silva

Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS)  
Programa de Pós-Graduação em Agronomia  
Cassilândia – MS  
<http://lattes.cnpq.br/9830675705552787>

### Fábio Steiner

Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS)  
Programa de Pós-Graduação em Agronomia  
Cassilândia – MS  
<http://lattes.cnpq.br/3317315784649450>

**RESUMO:** As cultivares de soja possuem distintos níveis de tolerância aos efeitos fitotóxicos do alumínio ( $Al^{3+}$ ) e a exploração dessa característica é importante para o uso de solos ácidos da região do Cerrado. Esta pesquisa foi realizada para investigar os efeitos do alumínio na germinação e no crescimento inicial de 25 cultivares de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] pelo método da papel-solução, e identificar os cultivares mais tolerantes e suscetíveis à toxicidade de  $Al^{3+}$ . À toxicidade

de alumínio foi imposta pela exposição das sementes em uma solução diluída contendo  $15 \mu mol L^{-1}$  de  $Al^{3+}$ , combinada com  $1250 \mu mol L^{-1}$  de cálcio. O pH da solução contendo  $Al^{3+}$  foi ajustado para 4,3 com HCl  $0,5 mol L^{-1}$ . O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro repetições de 25 sementes. Os tratamentos foram avaliados com base nos índices de tolerância de estresse (ITE) para a germinação das sementes, comprimento e matéria seca das plântulas. À toxicidade de  $Al^{3+}$  reduziu a taxa de germinação e o crescimento inicial de todas as 25 cultivares de soja. As cultivares TMG 7061 IPRO, TMG 7063 IPRO, TMG 7067, HO Paranaíba IPRO e NS 7505 IPRO são as cultivares mais indicadas para serem cultivadas em solos ácidos por terem maior tolerância à toxicidade de alumínio, e as cultivares RK 815 IPRO, RK 8317 IPRO e ST 777 IPRO são classificadas como suscetíveis à toxicidade do alumínio, e não devem ser recomendadas para o cultivo em solos ácidos.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Glycine max* (L.) Merrill., acidez do solo, acidez trocável, índice de tolerância.

TOLERANCE OF SOYBEAN CULTIVARS TO

**ABSTRACT:** Soybean cultivars have different levels of tolerance to aluminum phytotoxic effects ( $Al^{3+}$ ) and the exploitation of this characteristic is important for the use of acidic soils in the Cerrado region. This research was conducted to investigate the effects of aluminum on germination and initial growth of 25 soybean [*Glycine max* (L.) Merrill] cultivars by the paper-solution method, and to identify the most tolerant and susceptible cultivars of  $Al^{3+}$ . Aluminum toxicity was imposed by exposure of the seeds to a dilute solution containing  $15 \mu\text{mol L}^{-1}$  of  $Al^{3+}$  combined with  $1250 \mu\text{mol L}^{-1}$  of calcium. The pH of the  $Al^{3+}$  containing solution was adjusted to 4.3 with  $0.5 \text{ mol L}^{-1}$  HCl. The experimental design was completely randomized with four replications of 25 seeds. The treatments were evaluated based on stress tolerance indices (STI) for seed germination, seedling length and dry matter. The  $Al^{3+}$  toxicity reduced the germination rate and initial growth of all 25 soybean cultivars. The cultivars TMG 7061 IPRO, TMG 7063 IPRO, TMG 7067, HO Paranaíba IPRO and NS 7505 IPRO are the most suitable cultivars to be grown in acidic soils because they have higher tolerance to aluminum toxicity, and the cultivars RK 815 IPRO, RK 8317 IPRO. and ST 777 IPRO are classified as susceptible to aluminum toxicity and should not be recommended for cultivation in acidic soils.

**KEYWORDS:** *Glycine max* (L.) Merrill., soil acidity, exchangeable acidity, tolerance index.

### INTRODUÇÃO

A toxicidade do alumínio (Al) encontrada em solos ácidos é considerada um dos principais fatores que limitam o crescimento das plantas e a produção agrícola, especialmente nas regiões tropicais e subtropicais. A maioria dos solos do Cerrado são ácidos com pH inferior a 5,5, possuem baixa capacidade de troca de cátions, baixa fertilidade natural, e elevada saturação por alumínio tóxico ( $Al^{3+}$ ), que podem prejudicar o desenvolvimento das plantas (RAMPIM; LANA, 2013). No entanto, os níveis fitotóxicos de Al nos solos podem variar em função do tipo de solo, da composição química dos minerais, do teor de matéria orgânica e do estágio de intemperização (TANDZI et al., 2018).

A acidificação do solo pode ocorrer devido a processos naturais e, ou antropogênicos (BOJÓRQUEZ-QUINTAL et al., 2017). A maioria dos solos ácidos ocorrem nas regiões tropicais e subtropicais, onde a acidificação é um processo natural. Esse processo de acidificação natural ocorre devido a dissociação parcial do gás carbônico do ar na água da chuva, a remoção e lixiviação de cátions ( $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $K^+$ ,  $Na^+$ ) e de ânions cloreto, nitrato e sulfato do solo, fixação biológica de nitrogênio e a mineralização de compostos orgânicos no solo. No entanto, a acidificação do solo pode ser agravada pela reação de alguns fertilizantes minerais no solo que liberam  $H^+$ , especialmente os fertilizante nitrogenados.

O Al na forma trocável e, portanto, em equilíbrio com o  $Al^{3+}$  na solução do solo é o maior problema para a produtividade de culturas em solos ácidos. A presença de Al trocável no solo é resultado de processos de intemperismo que atuam sobre os minerais de rochas, produzindo  $Al^{3+}$  e ácido salicíco. Este último é removido do meio por percolação, ao passo que o  $Al^{3+}$  permanece ligado às superfícies das partículas carregadas negativamente. O  $Al^{3+}$  na solução do solo torna-se disponível para as plantas e, então, resulta em efeitos fitotóxicos nas plantas (KOPITTKÉ et al., 2015). A compreensão e a seleção de espécies e, ou genótipos menos suscetíveis aos efeitos deletérios do  $Al^{3+}$  são uma alternativa para potencializar a produção agrícola das culturas cultivadas em condições de solos ácidos.

O principal efeito da toxicidade do Al na planta é a inibição do crescimento das raízes, como resultado da alteração de diferentes mecanismos e estruturas celulares. Existem diferentes graus de tolerância à toxicidade do Al entre as espécies e genótipos de plantas (MENOSSO et al., 2000; BOJÓRQUEZ-QUINTAL et al., 2017), que em muitas espécies vegetais é devido ao controle genético (RAMPIM, LANA, 2013). O Al afeta a síntese de DNA e a regulação de proteínas que controlam o ciclo celular (ACHARY et al., 2013), portanto, a toxicidade do Al manifesta-se, inicialmente, pela drástica redução da taxa de alongação das raízes (KOPITTKÉ et al., 2015) e, posteriormente, induz a redução no crescimento da parte aérea devido à inibição da absorção de água e nutrientes, especialmente fósforo (P), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) (STEINER et al., 2012). Os efeitos fitotóxicos do Al nas raízes incluem a redução no número e no comprimento de raízes laterais, redução na matéria seca e menor área de exploração das raízes, e frequentemente está associado ao aumento no diâmetro médio das raízes (espessamento) e no volume radicular (RAMPIM, LANA, 2013; KOPITTKÉ et al., 2015).

Os mecanismos envolvidos na tolerância diferencial entre as espécies e genótipos de plantas está associado aos mecanismos de exclusão ou amenização da absorção de  $Al^{3+}$  pelas raízes por meio da alteração do pH da rizosfera, excreção de moléculas quelantes, secreção de mucilagem, alívio da toxicidade de Al com auxina, malato, dentre outros elementos e pela presença de estruturas de cobertura no ápice raiz e por mecanismos de tolerância interna ao estresse por Al promovida pela quelatização de Al no citoplasma e modificação do metabolismo das plantas (BOJÓRQUEZ-QUINTAL et al., 2017).

A germinação das sementes e o estabelecimento das plantas são potencialmente os estádios mais críticos do ciclo de vida das plantas, e a toxicidade do Al pode limitar o estabelecimento das plantas no campo e, conseqüentemente, a produtividade das culturas. Portanto, a identificação de genótipos de soja com maior tolerância à toxicidade de Al é importante para o estabelecimento das plantas cultivadas em solos ácidos do Cerrado. Esta pesquisa foi realizada para avaliar a tolerância de 25 cultivares comerciais de soja [*Glycine max* (L.) Merrill.] à toxicidade do Al durante as fases de germinação e crescimento inicial das plantas.

## MATERIAL E MÉTODOS

Sementes de um total de 25 cultivares comerciais de foram adquiridas diretamente das empresas detentoras do seu registro no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Antes do início do experimento, foram determinados o teor de água, a massa de mil sementes e a taxa de germinação das sementes. As principais características agronômicas e intrínsecas das sementes de soja são mostradas na Tabela 1.

As sementes foram previamente esterilizadas com hipoclorito de sódio 1% (v/v) durante 10 minutos, e então lavadas em água corrente e colocadas para germinar em papel toalha (Germitest®) umedecido com solução diluída contendo 1250  $\mu\text{mol L}^{-1}$  de cálcio (controle) e combinada com 15  $\mu\text{mol L}^{-1}$  de  $\text{Al}^{3+}$  (estresse por alumínio). As soluções foram preparadas a partir das diluições de  $\text{AlCl}_3$  e  $\text{CaCl}_2$  em água destilada. O pH da solução contendo  $\text{Al}^{3+}$  foi inicialmente ajustado para 4,3 com  $\text{HCl}$  0,5  $\text{mol L}^{-1}$ , e não foi mais ajustado até o final do ensaio. A utilização de solução diluída contendo entre 7,5 e 20  $\mu\text{mol L}^{-1}$  de  $\text{Al}^{3+}$ , combinada com 1250  $\mu\text{mol L}^{-1}$  de  $\text{Ca}^{2+}$  foi eficiente na definição das diferenças de tolerância entre os genótipos de soja (MENOSSO et al., 2000).

Cultivar	Características Agronômicas		Teor de água (%)	Massa de 1000 sementes (g)	Germinação (%)
	Ciclo médio <sup>1</sup>	GMR			
TMG 2383 IPRO	120	8,3	9,51	175	87
TMG 2381 IPRO	120	8,1	9,77	160	100
TMG 2378 IPRO	125	7,8	8,96	165	96
TMG 7067 IPRO	112	7,2	9,87	170	100
TMG 7063 IPRO	110	7,0	9,75	175	86
TMG 2165 IPRO	112	6,5	9,14	180	98
TMG 7061 IPRO	110	6,1	10,17	185	98
97R50 IPRO	115	7,5	8,15	190	100
98R31 IPRO	130	8,3	9,89	175	97
98R35 IPRO	130	8,3	9,57	180	98
HO Cristalino IPRO	125	8,3	8,93	160	100
HO Maracaí IPRO	120	7,7	9,60	170	87
HO Paranaíba IPRO	115	7,4	9,75	210	93
BMX Foco IPRO	110	7,2	9,11	175	83
BMX Bônus IPRO	120	7,9	9,42	185	100
ST 777 IPRO	108	7,7	9,41	155	100
ST 797 IPRO	110	7,9	9,45	150	100
RK 8115 IPRO	120	8,1	9,02	200	96
RK 6719 IPRO	105	6,7	9,57	190	100
RK 7518 IPRO	112	7,5	10,08	180	100
RK 8317 IPRO	125	8,3	10,46	185	88
M 5917 IPRO	95	5,9	9,42	170	93
NS 8399 IPRO	120	8,3	9,02	185	89

NS 7007 IPRO	98	7,1	9,77	210	99
NS 7505 IPRO	118	7,5	8,97	200	84

Tabela 1. Características agronômicas, teor de água, massa de mil sementes e germinação das 25 cultivares de soja utilizadas no estudo

<sup>1</sup> Ciclo médio, em dias, da emergência ao ponto de colheita. GMR: Grupo de maturidade relativa.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro repetições de 25 sementes. Os tratamentos foram constituídos pelas 25 cultivares de soja e pelas condições de crescimento das plântulas (controle ou estresse por Al<sup>3+</sup>).

Quatro subamostras de 25 sementes foram colocadas para germinar sobre três folhas de papel-toalha Germitest®, previamente umedecidas com as diferentes soluções em quantidade equivalente a 2,5 vezes a massa seca do papel. Em seguida, foram confeccionados rolos, os quais foram mantidos em câmara de germinação sob temperatura constante de 25 °C e fotoperíodo de 12 horas, durante 14 dias.

Foram consideradas sementes germinadas quando estas apresentaram protrusão da radícula, com no mínimo 10,0 mm de comprimento. Após a determinação da taxa de germinação, 10 plântulas foram escolhidas aleatoriamente para a mensuração do comprimento e a matéria seca da parte aérea e das raízes. O comprimento da parte aérea (CPA) e das raízes (CR) foi mensurado com auxílio de uma régua graduada em milímetros. A matéria seca da parte aérea (MSPA) e das raízes (MSR) foi determinada em balança analítica após secagem do material vegetal em estufa à 85 °C, por 48 h.

Os índices de tolerância de estresse (ITE) das cultivares de soja foram calculados, a partir dos dados de germinação, comprimento e matéria seca de plântulas em condições controle e expostas à toxicidade de Al<sup>3+</sup>, utilizando-se as seguintes equações propostas por Partheeban et al. (2017):

$$ITE-G = (\text{Germinação de sementes sob estresse} / \text{Germinação de sementes do controle}) \times 100$$

$$ITE-CPA = (\text{Comprimento da parte aérea das plantas sob estresse} / \text{Comprimento da parte aérea das plantas do controle}) \times 100$$

$$ITE-CR = (\text{Comprimento das raízes sob estresse} / \text{Comprimento das raízes das plantas do controle}) \times 100$$

$$ITE-CT = (\text{Comprimento total das plantas sob estresse} / \text{Comprimento total das plantas do controle}) \times 100$$

$$ITE-MSPA = (\text{Matéria seca da parte aérea das plantas sob estresse} / \text{Matéria seca da parte aérea das plantas do controle}) \times 100$$

$$ITE-MSR = (\text{Matéria seca das raízes das plantas sob estresse} / \text{Matéria seca das raízes das plantas do controle}) \times 100$$

$$ITE-MST = (\text{Matéria seca total das plantas sob estresse} / \text{Matéria seca total das plantas do controle}) \times 100$$

Os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias das cultivares de soja foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

As análises foram realizadas utilizando-se o software Sisvar versão 5.6 para Windows.

A identificação dos cultivares tolerantes e, ou suscetíveis à toxicidade de alumínio foi realizada com base em todos os índices de tolerância de estresse (ITE), por meio do método do ranqueamento conforme apresentado por Farshadfar et al. (2012). Uma cultivar com o maior valor para cada um dos ITE recebeu uma pontuação de classificação igual a 1, ao passo que a cultivar com o menor valor para cada um dos ITE recebeu uma pontuação de classificação igual a 25. Foram calculados a pontuação média do ranqueamento (R) e o desvio padrão dos ranqueamentos (DPR) para todos os índices de tolerância de estresse das 25 cultivares de soja em condições de estresse por Al<sup>3+</sup>.

A discriminação das cultivares de soja quanto a tolerância à toxicidade de Al<sup>3+</sup> com base apenas no valor médio do ranqueamento e no desvio padrão do ranqueamento não tem-se mostrado eficaz para classificar as cultivares em distintos níveis de tolerância aos estresses abióticos. Portanto, neste estudo foi proposto um aprimoramento do método do ranqueamento, inicialmente, utilizado por Farshadfar et al. (2012). A classificação e separação das cultivares de soja em níveis de tolerância foi realizada com base na pontuação média do ranqueamento de cada cultivar e considerando o valor do quartil que divide as 25 posições possíveis de ranqueamento em quatro partes iguais.

Análise multivariada pelo método de agrupamentos hierárquico foram realizadas com base na distância Euclidiana e no método de variância mínima de Ward para classificar as 25 cultivares de soja em diferentes de níveis de tolerância à toxicidade de Al<sup>3+</sup> (cultivares tolerantes, moderadamente tolerantes, moderadamente suscetíveis e cultivares suscetíveis). Análise de componentes principais (ACP) com base na matriz de covariância dos índices de tolerância de estresse e análise biplot foram realizadas utilizando-se o software estatístico Action Stat Pro® versão 3.6 para Windows.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O índice de tolerância de estresse para a germinação das sementes (ITE-G) permitiu separar as cultivares de soja em quatro grupos, em que as cultivares TMG 2381 IPRO, TMG 7061 IPRO, HO Maracaí IPRO e RK 6719 IPRO representaram o grupo com maior índice de tolerância à toxicidade de Al<sup>3+</sup>, e as cultivares RK 8115 IPRO e RK 8317 IPRO representaram o grupo com menor índice de tolerância ao estresse por Al<sup>3+</sup> (Tabela 2).

O índice de tolerância de estresse para o comprimento da parte aérea (ITE-CPA) das plantas permitiu separar as cultivares de soja em quatro grupos distintos, em que as cultivares TMG 7063 IPRO, TMG 7061 IPRO, HO Paranaíba IPRO, ST 797 IPRO, RK 7518 IPRO e NS 7505 IPRO representaram o grupo com maior índice de tolerância à toxicidade de Al<sup>3+</sup>, e as cultivares ST 777 IPRO, RK 8115 IPRO e RK 8317 IPRO representaram o grupo com menor índice de tolerância ao Al<sup>3+</sup> (Tabela 2).

Cultivar	ITE-G	ITE-CPA	ITE-CR	ITE-CT	ITE-MSPA	ITE-MSR	ITE-MST
	----- (%)-----						
TMG 2383 IPRO	74 c	76 b	49 e	64 d	61 b	59 b	61 c
TMG 2381 IPRO	97 a	71 c	63 c	66 d	58 c	53 b	57 d
TMG 2378 IPRO	91 b	69 c	41 f	56 e	56 c	46 c	53 e
TMG 7067 IPRO	88 b	78 b	66 c	72 c	65 b	54 b	62 c
TMG 7063 IPRO	86 b	82 a	74 b	78 b	78 a	58 b	71 a
TMG 2165 IPRO	86 b	79 b	51 e	65 d	63 b	47 c	58 d
TMG 7061 IPRO	94 a	88 a	87 a	88 a	66 b	69 a	67 b
97R50 IPRO	89 b	64 c	47 e	56 e	62 b	47 c	58 d
98R31 IPRO	89 b	63 c	57 d	60 e	60 c	50 b	57 d
98R35 IPRO	80 c	68 c	48 e	58 e	58 c	66 a	60 c
HO Cristalino IPRO	80 c	75 b	38 f	57 e	61 b	37 d	53 e
HO Maracaí IPRO	94 a	64 c	55 d	59 e	56 c	66 a	59 d
HO Paranaíba IPRO	88 b	85 a	78 b	82 b	63 b	59 b	62 c
BMX Foco IPRO	88 b	65 c	45 e	55 e	49 d	45 c	47 f
BMX Bônus IPRO	91 b	68 c	58 d	63 d	54 c	54 b	54 e
ST 777 IPRO	79 c	47 d	22 h	34 g	53 c	56 b	54 e
ST 797 IPRO	89 b	86 a	37 f	60 e	55 c	66 a	58 d
RK 8115 IPRO	60 d	49 d	27 h	37 g	47 d	38 d	44 g
RK 6719 IPRO	96 a	67 c	44 e	55 e	57 c	41 c	52 e
RK 7518 IPRO	91 b	81 a	42 f	63 d	67 b	42 c	60 c
RK 8317 IPRO	64 d	49 d	24 h	39 g	48 d	26 e	43 g
M 5917 IPRO	87 b	61 c	34 g	49 f	62 b	42 c	57 d
NS 8399 IPRO	82 c	67 c	41 f	51 f	55 c	34 d	48 f
NS 7007 IPRO	77 c	63 c	34 g	49 f	76 a	37 d	65 b
NS 7505 IPRO	85 b	85 a	57 d	74 c	72 a	54 b	67 b
Média	85	70	49	60	60	50	67
CV (%)	5,60	7,31	11,25	6,47	6,59	9,35	4,87

Tabela 2. Índices de tolerância de estresse para a germinação e o crescimento inicial das plântulas das 25 cultivares de soja [*Glycine max* (L.) Merrill.] expostas à toxicidade de alumínio. UEMS/Cassilândia, 2019.

Média seguida de letras distintas, na coluna, mostra diferença significativa pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. CV: coeficiente de variação. ITE-G: Índice de tolerância de estresse para germinação. ITE-CPA: Índice de tolerância de estresse para comprimento da parte aérea. ITE-CR = Índice de tolerância de estresse para comprimento da raiz. ITE-CT: Índice de tolerância de estresse para comprimento total das plantas. ITE-MSPA: Índice de tolerância de estresse para matéria seca da parte aérea. ITE-MSR: Índice de tolerância de estresse para matéria seca das raízes. ITE-MST: Índice de tolerância de estresse para matéria seca total das plantas.

O índice de tolerância de estresse para o comprimento das raízes (ITE-CR) das plantas expostas à toxicidade de Al<sup>3+</sup> permitiu classificar as cultivares de soja em oito grupos distintos, em que o grupo com maior índice de tolerância ao Al<sup>3+</sup> foi representado pela cultivar TMG 7061 IPRO, e as cultivares ST 777 IPRO, RK 8115 IPRO e RK 8317 IPRO foram classificadas no grupo com menor índice de tolerância à toxicidade de Al<sup>3+</sup> (Tabela 2).

O comprimento da parte aérea das plantas de soja expostas ao estresse por Al<sup>3+</sup>

representou, em média, 70% do comprimento da parte aérea das plantas do tratamento controle, ao passo que o comprimento das raízes sob condições de estresse por Al<sup>3+</sup> representou, em média, 49% do comprimento das raízes do tratamento controle (Tabela 2). Estes resultados indicam que o crescimento da raízes das plantas de soja foi mais afetado pela toxicidade de Al<sup>3+</sup> quando comparado ao crescimento da parte aérea das plantas.

A presença de Al no meio de crescimento, além de ter efeito fitotóxico na maioria das plantas, por inibir o crescimento das raízes das plantas, bloqueando os mecanismos de aquisição e transporte de água e nutrientes essenciais, pode causar severas alterações citológicas (KOPITTKKE et al., 2015; BOJÓRQUEZ-QUINTAL et al., 2017). Essas anomalias no metabolismo da planta acarretam menor crescimento das raízes, o que é explicado por problemas de alongamento e divisão celular (ACHARY et al., 2013). A tolerância das espécies e genótipos de plantas ao Al tem sido atribuída à capacidade das plantas manterem em suas raízes ou na parte aérea níveis adequados de nutrientes (BOJÓRQUEZ-QUINTAL et al., 2017).

Em geral, os efeitos deletérios decorrentes da presença de Al<sup>3+</sup> na solução do solo tem sido mais evidentes nas raízes, o que pode ser atribuído a baixa mobilidade deste elemento na planta, conforme reportado por Steiner et al. (2012). De acordo com Epstein e Bloom (2006), frequentemente, fatores nutricionais influenciam o crescimento e a morfologia de órgãos particulares das plantas, de maneira específica. Como as raízes são os órgãos em contato direto com a solução do solo estas são, especialmente, mais propensas a serem afetadas por alterações neste ambiente.

O índice de tolerância de estresse para o comprimento total (ITE-CT) das plantas permitiu classificar as cultivares de soja em sete grupos, em que a cultivar TMG 7061 IPRO foi classificada no grupo com maior índice de tolerância ao Al<sup>3+</sup>, ao passo que o grupo com menor índice de tolerância ao estresse por Al<sup>3+</sup> foi representado pelas cultivares ST 777 IPRO, RK 8115 IPRO e RK 8317 IPRO (Tabela 2).

O índice de tolerância de estresse para a matéria seca da parte aérea (ITE-MSPA) das plantas expostas à toxicidade de Al<sup>3+</sup> permitiu separar as cultivares de soja em quatro grupos, em que o grupo com maior índice de tolerância ao Al<sup>3+</sup> foi representado pelas cultivares 7063 IPRO, NS 7007 IPRO e NS 7505 IPRO, ao passo que o grupo com menor índice de tolerância ao estresse por Al<sup>3+</sup> foi representado pelas cultivares BMX Foco IPRO, RK 8115 IPRO e RK 8317 IPRO (Tabela 2).

O índice de tolerância de estresse para a matéria seca das raízes (ITE-MSR) das plantas permitiu classificar as cultivares de soja em cinco grupos, em que o grupo com maior índice de tolerância ao estresse por Al<sup>3+</sup> foi representado pelas cultivares TMG 7061 IPRO, 98R35 IPRO, HO Maracaí IPRO e ST 797 IPRO, e a cultivar NS 8317 IPRO foi classificada no grupo com menor índice de tolerância ao Al<sup>3+</sup> (Tabela 2). O índice de tolerância de estresse para a matéria seca total (ITE-MST) das plantas de soja expostas ao estresse hídrico permitiu classificar as cultivares em sete grupos, em que a cultivar TMG 7063 IPRO representou o grupo com maior índice de tolerância ao

estresse por Al<sup>3+</sup>, ao passo que o grupo com menor índice de tolerância ao Al<sup>3+</sup> foi representado pelas cultivares RK 8115 IPRO e NS 8317 IPRO (Tabela 2).

A identificação de cultivares de soja tolerantes ou suscetíveis à toxicidade de Al<sup>3+</sup> com base em apenas um único critério ou índice de tolerância de estresse pode ser contraditória (Tabela 2). Por exemplo, de acordo com o ITE-CPA e ITE-MSPA as cultivares de soja TMG 7063 IPRO e NS 7505 IPRO foram consideradas tolerantes ao Al<sup>3+</sup>, enquanto que de acordo com o ITE-CR e ITE-MSR a cultivar TMG 7061 IPRO foi considerada a mais tolerante à presença de Al<sup>3+</sup>. Portanto, a diferenciação e a separação dos cultivares em diferentes níveis de tolerância ao Al<sup>3+</sup> deve ser realizada levando-se em consideração todos os índices de tolerância de estresse (NAGHAVI et al., 2013).

Considerando todos os índices de tolerância de estresse por Al<sup>3+</sup>, as cultivares de soja TMG 7067 IPRO, TMG 7063 IPRO, TMG 7061 IPRO, HO Paranaíba IPRO e NS 7505 IPRO tiveram a melhor classificação média pelo método do ranqueamento e, portanto, estas cultivares foram classificadas como tolerantes à toxicidade de Al<sup>3+</sup>. As cultivares ST 777 IPRO, RK 8115 IPRO, RK 8317 IPRO e NS 8399 IPRO receberam as maiores pontuações no método do ranqueamento e, então, foram classificadas como suscetíveis ao estresse por Al<sup>3+</sup> (Tabela 3).

Cultivar	Índice de Tolerância de Estresse (ITE)							$\bar{R}$	DP <sub>R</sub>	Nível de Tolerância†
	G	CPA	CR	CT	MSPA	MSR	MST			
TMG 2383 IPRO	23	9	11	8	11	6	7	10,7	3,7	MT
TMG 2381 IPRO	1	11	5	6	14	12	14	9,0	4,3	MT
TMG 2378 IPRO	7	12	17	17	18	16	19	15,1	3,2	MS
TMG 7067 IPRO	11	8	4	5	6	9	5	6,9	2,1	T
TMG 7063 IPRO	15	5	3	3	1	7	1	5,0	3,4	T
TMG 2165 IPRO	16	7	10	7	7	15	11	10,4	3,1	MT
TMG 7061 IPRO	3		1	1	5	1	3	2,1	1,3	T
97R50 IPRO	9	17	13	16	9	14	13	13,0	2,3	MT
98R31 IPRO	10	20	8	11	13	13	16	13,0	2,9	MT
98R35 IPRO	20	13	12	14	15	3	8	12,1	3,8	MT
HO Cristalino IPRO	19	10	19	15	12	22	18	16,4	3,5	MS
HO Maracaí IPRO	4	19	9	13	17	4	10	10,9	4,7	MT
HO Paranaíba IPRO	11	4	2	2	8	5	6	5,4	2,5	T
BMX Foco IPRO	13	18	14	18	23	17	23	18,0	2,9	MS
BMX Bônus IPRO	6	14	6	9	21	10	17	11,9	4,7	MT

ST 777 IPRO	21	24	25	25	22	8	20	20,7	3,8	S
ST 797 IPRO	8	2	20	12	20	2	12	10,9	5,9	MT
RK 8115 IPRO	25	23	23	24	25	21	24	23,6	1,1	S
RK 6719 IPRO	2	16	15	19	16	19	21	15,4	4,0	MS
RK 7518 IPRO	5	6	16	10	4	20	9	10,0	4,6	MT
RK 8317 IPRO	24	24	24	23	24	25	25	24,1	0,5	S
M 5917 IPRO	14	22	22	22	10	18	15	17,6	3,9	MS
NS 8399 IPRO	18	15	18	20	19	24	22	19,4	2,2	S
NS 7007 IPRO	22	21	21	21	2	23	4	16,3	7,6	MS
NS 7505 IPRO	17	3	7	4	3	11	2	6,7	4,2	T

Tabela 3. Ranqueamento, pontuação média do ranqueamento (R) e desvio padrão do ranqueamento (DPR) para os índices de tolerância de estresse para a toxicidade de alumínio das 25 cultivares de soja [*Glycine max* (L.) Merrill.]. UEMS/Cassilândia, 2019.

† T = refere-se a uma cultivar de soja tolerante à toxicidade de Al<sup>3+</sup>, recebendo pontuação média do ranqueamento (R) de 1 a 7,0; MT = cultivar moderadamente tolerante com pontuação média do ranqueamento (R) de 7,1 a 13,0; MS = cultivar moderadamente suscetível com pontuação média do ranqueamento (R) de 13,1 a 19,0; S = cultivar de soja susceptível à toxicidade de Al<sup>3+</sup> com a pontuação média do ranqueamento (R) de 19,1 a 25.

A análise multivariada de agrupamento hierárquico das 25 cultivares com base em todos os índices de tolerância de estresse por Al<sup>3+</sup> agrupou as cultivares de soja em quatro grupos com 5, 3, 8 e 9 cultivares, respectivamente (Figura 1). O primeiro grupo foi representado pelas cultivares com os maiores índices de tolerância de estresse e, portanto, foi considerado o grupo mais tolerante à toxicidade de Al<sup>3+</sup>. O segundo grupo representou as cultivares com os menores índices de tolerância de estresse e, então, foram as cultivares mais suscetíveis aos efeitos negativos do Al<sup>3+</sup> (grupo suscetível). Por sua vez, o terceiro e o quarto grupo representou as cultivares com os valores intermediários dos índices de tolerância de estresse e, portanto, as cultivares pertencentes a este grupo foram classificadas como moderadamente suscetíveis e tolerantes ao estresse por Al<sup>3+</sup>, respectivamente.

As cultivares de soja TMG 7061 IPRO, HO Paranaíba IPRO, TMG 7063 IPRO, TMG 7067 IPRO e NS 7505 IPRO foram identificadas como as mais tolerantes ao estresse por Al<sup>3+</sup>, ao passo que as cultivares ST 777 IPRO, RK 8115 IPRO e RK 8317 IPRO foram classificadas como as mais suscetíveis à toxicidade de Al<sup>3+</sup> (Figura 1).

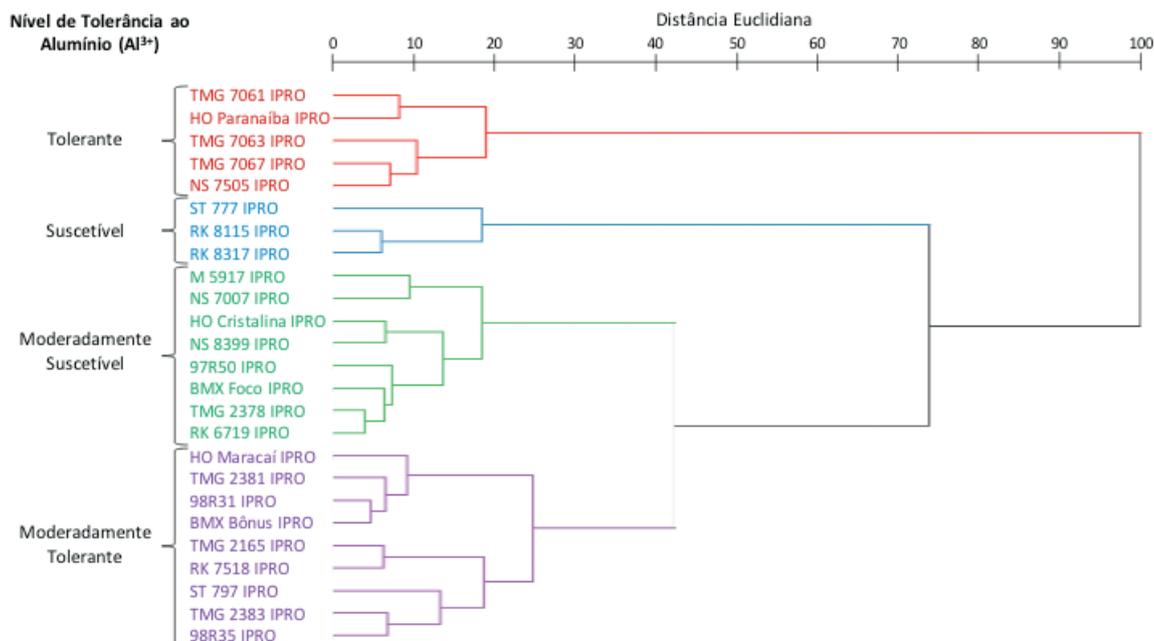


Figura 1. Dendrograma da análise de agrupamento hierárquico das 25 cultivares de soja com base na distância Euclidiana e no método de variância mínima de Ward utilizando os índices de tolerância à toxicidade do Al<sup>3+</sup> (ITE-G, ITE-CPA, ITE-CR, ITE-CT, ITE-MSPA, ITE-MSR, e ITE-MST).

O primeiro componente principal explica 73,36% da variação total (Figura 2). De acordo com o valor dos autovetores os pesos das variáveis ITE-CR (-0,611), ITE-CT (-0,498), ITE-CPA (-0,391), ITE-MSR (-0,309), ITE-G (-0,224), ITE-MST (-0,216) e ITE-MSPA (-0,184) são negativamente altos para esse componente principal. Isso indica que quanto maior o valor desses índices de tolerância, menor é o escore do primeiro componente principal. Portanto, quanto maior a nota desses índices de tolerância de estresse, menor é o escore do primeiro componente principal, e, então, a cultivar pode ser considerada tolerante ao estresse por Al<sup>3+</sup>.

O primeiro componente principal pode ser interpretado como um índice de desempenho global da tolerância das cultivares de soja à toxicidade de Al<sup>3+</sup>. Como os pesos são negativos, quando maior for os índices de tolerância de estresse, menor é o valor desse componente e melhor é o índice global de tolerância da cultivar de soja. Portanto, escore mais baixo no primeiro componente principal indica que o índice de tolerância da cultivar é melhor. As cultivares de soja TMG 7061 IPRO, HO Paranaíba IPRO, TMG 7063 IPRO e NS 7505 IPRO tiveram os melhores índices de desempenho global, respectivamente, e, portanto, estas cultivares foram classificadas como tolerantes ao estresse por Al<sup>3+</sup>. Por sua vez, as piores índices de desempenho global foram observados nas cultivares de soja RK 8317 IPRO, RK 8115 IPRO, ST 777 IPRO e NS 7007 IPRO, e estas cultivares foram classificadas como suscetíveis ao estresse por Al<sup>3+</sup>.

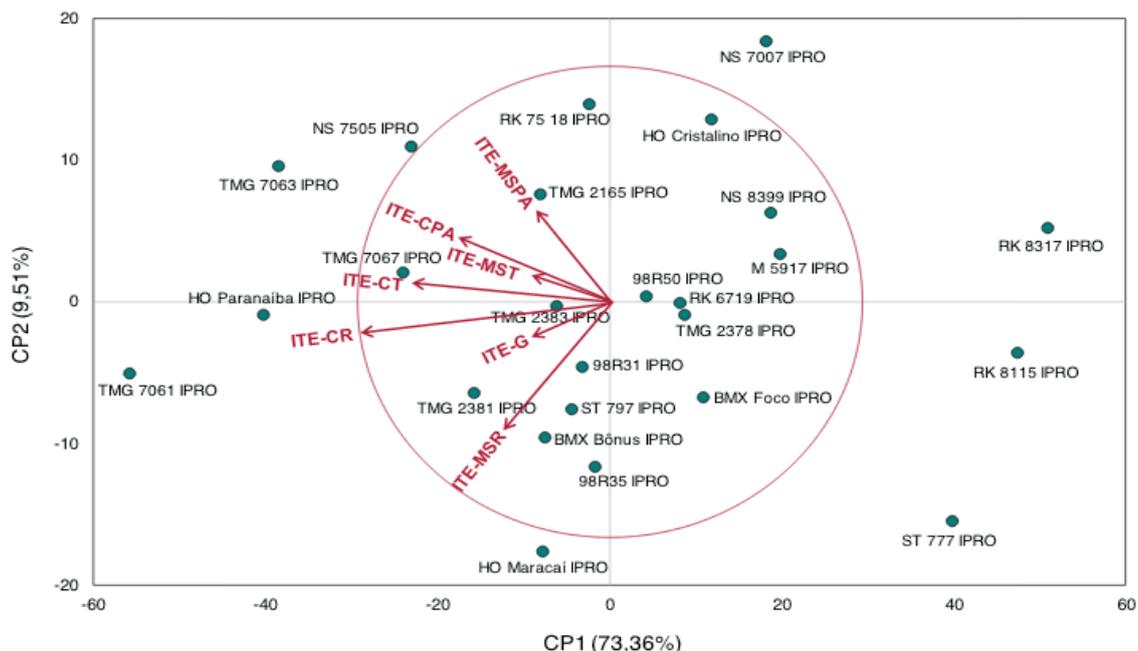


Figura 2. Diagrama biplot com base nos primeiro e segundo componentes principais dos índices de tolerância da toxicidade do alumínio (ITE-G, ITE-CPA, ITE-CR, ITE-CT, ITE-MSPA, ITE-MSR, e ITE-MST).

O menor escore do primeiro componente principal obtido para o ITE-CR indica que os índices de tolerância de estresse por  $Al^{3+}$  baseado no comprimento das raízes, são mais sensíveis e adequados para identificar e separar os cultivares de soja quanto a tolerância ao estresse por  $Al^{3+}$ .

## CONCLUSÕES

As cultivares TMG 7061 IPRO, TMG 7063 IPRO, TMG 7067, HO Paranaíba IPRO e NS 7505 IPRO são as cultivares mais indicadas para serem cultivadas em solos ácidos por terem maior tolerância à toxicidade de alumínio, e as cultivares RK 815 IPRO, RK 8317 IPRO e ST 777 IPRO são classificadas como suscetíveis à toxicidade do alumínio, e não devem ser recomendadas para o cultivo em solos ácidos.

## REFERÊNCIAS

ACHARY, V.; PARINANDI, N.; PANDA, B. Calcium channel blockers protect against aluminium-induced DNA damage and block adaptive response to genotoxic stress in plant cells. **Mutation Research**, v. 751, n. 2, p.130-138, 2013.

BOJÓRQUEZ-QUINTAL, E.; ESCALANTE-MAGAÑA, C.; ECHEVARRÍA-MACHADO, I.; MARTÍNEZ-ESTÉVEZ, M. Aluminum, a friend or foe of higher plants in acid soils. **Frontiers in plant science**, 8, e1767. 2017. doi:10.3389/fpls.2017.01767

EPSTEIN, E.; BLOOM, A.J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. Trad. Maria Edna Tenório Nunes – Londrina: Editora Planta, 86p. 2006.

FARSHADFAR, E.; POURSIABIDI, M. M.; ABOOGHADAREH, A. R. P. Repeatability of drought tolerance indices in bread wheat genotypes. **International Journal of Agriculture and Crop**

**Sciences**, v. 4, p.891-903, 2012.

KOPITTKE, P. M.; MOORE, K. L.; LOMBI, E.; GIANONCELLI, A.; FERGUSON, B. J.; BLAMEY, F. P. C.; MENZIES, N. W.; NICHOLSON, T. M.; MCKENNA, B. A.; WANG, P.; GRESSHOFF, P. M.; KOUROUSIAS, G.; WEBB, R. I.; GREEN, K.; TOLLENAERE, A. Identification of the primary lesion of toxic aluminum in plant roots. **Plant Physiology**, v. 167, p.1402-1411, 2015.

MENOSSO, O.G.; COSTA, J.A.; ANGHINONI, I.; BOHNEN, H. Tolerância de genótipos de soja ao alumínio em solução. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, p. 2157-2166, 2000.

NAGHAVI, M. R.; POUR-ABOUGHADAREH, A.; KHALILI, M. Evaluation of drought tolerance indices for screening some of corn (*Zea mays* L.) cultivars under environmental conditions. **Notulae Scientia Biologicae**, v. 5, p. 388-393, 2013.

PARTHEEBAN, C.; CHANDRASEKHAR, C.N.; JEYAKUMAR, P.; RAVIKESAVAN, R.; GNANAM, R. Effect of PEG induced drought stress on seed germination and seedling characters of maize (*Zea mays* L.) genotypes. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, v. 6, p. 1095-1104, 2017.

RAMPIM, L.; LANA, M. C. Mecanismo de tolerância interna das plantas ao alumínio. **Colloquium Agrariae**, v. 9, n. 2, p.72-89, 2013.

STEINER, F.; ZOZ, T.; PINTO-JÚNIOR, A.S.; CASTAGNARA, D.D.; DRANSKI, J.A.L. Effects of aluminum on plant growth and nutrient uptake in young physic nut plants. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, p. 1779-1788, 2012.

TANDZI, L. N.; MUTENGWA, C. S.; NGONKEU, L. M.; GRACEN, V. Breeding maize for tolerance to acid soils: A review. **Agronomy**, v. 8, p. 1-21, 2018.

## **SOBRE O ORGANIZADOR**

**Leonardo Tullio** - Engenheiro Agrônomo (Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais- CESCAGE/2009), Mestre em Agricultura Conservacionista – Manejo Conservacionista dos Recursos Naturais (Instituto Agronômico do Paraná – IAPAR/2016). Atualmente, doutorando em Ciências do Solo pela Universidade Federal do Paraná – UFPR, é professor efetivo do Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE. Tem experiência na área de Agronomia e Geotecnologia. E-mail para contato: [leonardo.tullio@outlook.com](mailto:leonardo.tullio@outlook.com)

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Acidente de Trânsito 85, 89, 91

Agricultores 31, 56, 57, 58, 59, 60, 66, 94

Atores 6, 11, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 30, 69, 78, 80

### D

Desenvolvimento Territorial 6, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 23, 25, 26, 27, 39, 68, 69, 70, 71, 72, 76, 77, 82, 83

Dinâmica pesqueira 41, 44, 54

### E

Educação socioambiental 56

### F

Floresta Atlântica 23, 28, 31

### G

Gestão 5, 6, 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 19, 20, 23, 28, 29, 30, 31, 37, 39, 40, 41, 42, 53, 54, 55, 67, 68, 69, 73, 76, 77, 78, 83, 89, 91

Governança Territorial 16, 17, 18, 19, 22, 25, 26

### H

História Ambiental 28

### I

Índice de tolerância. 98, 99, 100, 102, 110, 111, 112, 113, 115

### J

Juventude 85, 86

### M

Monitoramento pesqueiro 6, 41, 42, 53

### N

Nascentes 6, 31, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 66, 67

### P

Participação 6, 8, 10, 16, 17, 18, 19, 20, 23, 24, 25, 26, 33, 37, 46, 71

### Q

Qualidade da água 12, 31, 36, 56, 57, 58, 63, 64, 67

## **R**

Região Oeste do Paraná 6, 85

Roteirização Turística 6, 68, 69, 70, 71, 72, 76, 82, 83

## **S**

Saúde 6, 10, 56, 57, 60, 62, 63, 64, 66, 67, 85, 87, 88, 89, 90, 91

Segurança Hídrica 28, 30

Serra da Prata 28, 31, 35

## **V**

Violência 85, 87, 91, 92

