

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA**

**JULIANE MELO DE GREGORI**

**ANÁLISE DA TOLERÂNCIA DE TRÊS ESPÉCIES DE LEGUMINOSAS AO  
RESIDUAL DE IMAZAPIQUE + IMAZAPIR EM SOLOS CONTAMINADOS**

**Dom Pedrito  
2016**

**JULIANE MELO DE GREGORI**

**ANÁLISE DA TOLERÂNCIA DE TRÊS ESPÉCIES DE LEGUMINOSAS AO  
RESIDUAL DE IMAZAPIQUE + IMAZAPIR EM SOLOS CONTAMINADOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Licenciatura em Ciências da Natureza da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Licenciado em Ciências da Natureza.

Orientador: Leonardo Paz Deble

**Dom Pedrito  
2016**

**JULIANE MELO DE GREGORI**

**ANÁLISE DA TOLERÂNCIA DE TRÊS ESPÉCIES DE LEGUMINOSAS AO  
RESIDUAL DE IMAZAPIQUE + IMAZAPIR EM SOLOS CONTAMINADOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
ao Curso de Licenciatura em Ciências da  
Natureza da Universidade Federal do Pampa,  
como requisito parcial para obtenção do Título  
de Licenciado em Ciências da Natureza.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em: 04 de julho de 2016.

Banca examinadora:

---

Prof. Dr. Leonardo Paz Deble  
Orientador  
UNIPAMPA

---

Profa. Dra. Janaína Viário Carneiro  
UNIPAMPA

---

Profa. Dra. Jéssie Haigert Sudati  
UNIPAMPA

*Dedico este trabalho à minha família. Meus pais, que entenderam minha ausência e sempre acreditaram que era possível, ao meu irmão, a quem desejo servir de exemplo e ao meu esposo, que foi incansável no apoio e incentivos para que concluísse esta graduação.*

## AGRADECIMENTO

Agradeço aos meus pais, irmão, professores, amigos e todos aqueles que de alguma maneira ajudaram, direta ou indiretamente para concluir este trabalho. Aqueles que tiveram paciência em meus momentos de ausência, de tensão e de empenho, e que sempre tiveram uma palavra e/ou gesto de incentivo para que eu conseguisse chegar até aqui!

Agradeço a amiga Cris, Cristiane Silveira, amizade construída no curso de Licenciatura, pelo incentivo, apoio e estímulo que sempre demos uma a outra para superar todos os momentos da vida, tanto acadêmica, quanto pessoal. Cris, o curso acabou, mas a amizade segue para a vida!

Agradeço ao meu orientador, por gentilmente ter me auxiliado e guiado desde a escolha do tema e no decorrer de todo este trabalho. Valeu professor Leonardo.

Agradeço ao meu esposo Gustavo, pelo companheirismo, apoio, incentivo, carinho, amor e amizade, que sempre esteve no meu lado nos melhores e também, nos piores momentos do dia-a-dia de uma acadêmica. Obrigada!

*“Quem nunca saiu em busca de um grande sonho? Quem nunca pensou em desistir a certo ponto? Quanto vale a sua fé?*

*Você tem que acreditar e ser quem você é! Tenha paciência tudo tem o tempo certo;*

*Tá faltando pouco você tá chegando perto; E se você cair...*

*Se levante, eu sei que você vai conseguir! E se prepare, para vitória...*

*Respire fundo chegou a hora! Sua estrela vai brilhar, você está pronto pra voar!*

*Nunca desista dos seus sonhos; Nunca desista dos seus planos;*

*Nunca desista, nunca desista!”(Nunca desista - Munhoz & Mariano).*

*“Nunca desista vá em frente até acertar e nunca deixe que o medo impeça de tentar, leve na raça faça o que o coração mandar, não deixe nada para depois não dá para esperar.*

*Dê valor a todo instante que você viver; A todo mundo que te quer bem, como se não houvesse o amanhã! Não duvide, não tenha medo de se arriscar, enfrente tudo e venha o que vier, conte com a sorte pra te ajudar! Viva intensamente; desconfie do futuro, siga em frente!*

*Basta acreditar, vale a pena sonhar” (Viva intensamente – Gustavo Lima)*

*“O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis”.*

José de Alencar

## RESUMO

A utilização em larga escala de agrotóxicos faz do Brasil, o maior consumidor mundial desses produtos. No município de Dom Pedrito a cultura do arroz é uma das mais expressivas. Para esta atividade é comum o uso de diversos grupos de agroquímicos, dentre eles o herbicida comercial Kifix<sup>®</sup>, fórmula química imazapique + imazapir, que é um dos mais utilizados. Uma das maneiras mais baratas para a descontaminação de solos é a utilização de fitorremediação. O referido trabalho objetivou avaliar a tolerância das espécies *Lotus corniculatus* (cornichão), *Trifolium repens* (trevo branco) e *Trifolium pratense* (trevo vermelho) ao herbicida comercial Kifix<sup>®</sup> (imazapique + imazapir). Foram feitas quatro repetições para cada uma das espécies e para cada um dos quatro tratamentos, totalizando 51 amostras. Para a semeadura, foram utilizadas caixas Gerbox. As caixas, com 25 sementes cada, foram levadas ao germinador, com temperatura e luminosidade controladas. Após 25 dias, as plântulas foram transferidas para o plantio definitivo em recipientes plásticos com capacidade para 0,75m<sup>3</sup> de substrato. Os recipientes foram preenchidos com substrato estéril que sofreram aplicações de quatro diferentes dosagens de imazapique + imazapir, conforme rótulo do fabricante, que sugere a utilização de 140g/ha para diluição em 150 litros de água: ½ dose, 1 dose, 1½ dose e 2 doses. Além destas aplicações, foram feitos 3 tratamentos-controle, onde o substrato não sofreu contaminação. Após 30 dias, os espécimes foram analisados em relação às seguintes variáveis: fitotoxicidade, altura e área foliar. Com base nos dados, todas as espécies diminuíram a produção de área foliar e altura, sendo possível afirmar que a espécie que melhor tolerou aplicações de imazapique + imazapir na dose recomendada e acima desta foi *T. pratense*. Tanto *T. pratense* quanto *L. corniculatus* demonstraram tolerância para aplicações de dose abaixo do recomendado. *T. repens* foi a espécie menos tolerante a aplicações de imazapique + imazapir. Já em aplicações de doses duplas, as espécies não foram tolerantes, tendo em vista o número de indivíduos mortos e o baixo índice de área foliar.

**Palavras Chave:** Tolerância; Leguminosa; Herbicida; Solo; Contaminação.

## RESUMEN

El uso a gran escala de plaguicidas hace que Brasil sea el mayor consumidor mundial de estos productos. En la ciudad de cultivo de arroz Dom Pedrito es uno de los más expresivos. Para esta actividad es común el uso de varios grupos de productos químicos, incluyendo el herbicida Kifix® comercial, fórmula química imazapic + imazapir, que es uno de los más utilizados. Una de las maneras más baratas para descontaminar el suelo es el uso de la fitorremediación. Este trabajo tuvo como objetivo evaluar la tolerancia de las especies de *Lotus corniculatus* (loto de los prados), *Trifolium repens* (trébol blanco) y *Trifolium pratense* (trébol rojo) el herbicida comercial Kifix® (imazapic + imazapir). Cuatro repeticiones se hicieron para cada especie y para cada uno de los cuatro tratamientos, por un total de 51 muestras. Para la siembra, se utilizaron cajas Gerbox. Las cajas con 25 semillas cada una, fueron llevados a la germinador con la temperatura y la luz controlada. Después de 25 días, las plántulas se transfirieron a la plantación permanente en recipientes de plástico con capacidad para 0,75m<sup>3</sup> sustrato. Los contenedores estaban llenos de aplicaciones de sustrato sufrido estériles de cuatro dosis diferentes de imazapic + imazapir, de acuerdo con la etiqueta del fabricante, lo que sugiere el uso de 140 g / ha para la dilución en 150 litros de agua: dosis ½ dosis 1 dosis de 1 ½ y 2 dosis. Además de estas aplicaciones, se hicieron tratamientos 3-control, en el que el sustrato no ha sufrido la contaminación. Después de 30 días, se analizaron las muestras para las siguientes variables: fitotoxicidad, altura y área foliar. Sobre la base de los datos, todas las especies disminuyeron la producción de área foliar y altura, y se puede decir que las especies que mejor tolerados aplicaciones imazapic + imazapir a la dosis recomendada y por encima de esto fue *T. pratense*. Tanto *T. pratense* *L. corniculatus* como aplicaciones de dosis de tolerancia se demuestra a continuación recomendado. *T. repens* fue menos tolerantes a aplicaciones imazapic + imazapir. Ya en aplicaciones de dosis dobles, la especie no eran tolerantes, teniendo en cuenta el número de personas muertas y bajo índice de área foliar.

**Palabras clave:** la tolerancia; legumbres; herbicidas; en solitario; La contaminación.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - <i>Trifolium repens</i> L. (conhecida popularmente como trevo branco).....	19
<b>Figura 2</b> - <i>Trifolium pratense</i> L. (conhecida popularmente como trevo vermelho).....	19
<b>Figura 3</b> - <i>Lotus corniculatus</i> L. (conhecida popularmente como cornichão).....	20
<b>Figura 4</b> – Croqui demonstrativo de espécies nos tratamentos-controle.....	20
<b>Figura 5</b> – Croqui demonstrativo de espécies e aplicações de ½ dose.....	21
<b>Figura 6</b> – Croqui demonstrativo de espécies e aplicações de 1 dose.....	21
<b>Figura 7</b> – Croqui demonstrativo de espécies e aplicações de 1 ½ dose.....	22
<b>Figura 8</b> – Croqui demonstrativo de espécies e aplicações de 2 doses.....	22
<b>Figura 9</b> – As 3 espécies, 4 dosagens de imazapique + imazapir com as 4 repetições .....	23
<b>Figura 10</b> – (A) Sementes de <i>Trifolium repens</i> em caixa Gerbox para germinação; (B) Sementes de <i>Trifolium pratense</i> em caixa Gerbox para germinação; (C) Plântulas após 25 dias no germinador; (D) Preparação das doses de imazapique + imazapir; (E) Aplicação das doses de imazapique + imazapir.....	24
<b>Figura 11</b> – Cálculo para determinação da área foliar.....	25
<b>Figura 12</b> – Gráfico correspondente a média da altura das espécies nas determinadas aplicações.....	25
<b>Figura 13</b> – Gráfico correspondente a porcentagem média da área foliar das espécies nas determinadas aplicações .....	26
<b>Figura 14</b> – Gráfico correspondente à média da área foliar das espécies nas determinadas aplicações.....	26
<b>Figura 15</b> – Gráfico correspondente a porcentagem média da altura das espécies nas determinadas aplicações.....	27

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Discriminação dos itens altura e sua média de porcentagem, área foliar e sua média de porcentagem e avaliação visual das espécies nas determinadas aplicações.....	28
---	----

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AF – Área foliar.

AL - Altura

EMATER-RS - Associação Riograndense de Empreendimentos de Assistência Técnica e Extensão Rural.

ha – Hectare.

kg – Quilograma.

Km – Quilômetro.

Km<sup>2</sup> – Quilômetro quadrado.

L. – Carl Von Linnè (Carolus Linnaeus), botânico sueco do século XVIII.

m - Metro

m<sup>3</sup> - Metro cúbico

mm - Milímetro

RS – Rio Grande do Sul.

SOSBAI - Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado.

UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

## SUMÁRIO

<b><u>1 INTRODUÇÃO</u></b> .....	<b>13</b>
<b><u>2 REVISÃO DE LITERATURA</u></b> .....	<b>14</b>
<b><u>2.1 A agricultura no município</u></b> .....	<b>14</b>
<b><u>2.2 A agricultura e o uso de defensivos agrícolas</u></b> .....	<b>14</b>
<b><u>2.3 Biorremediação</u></b> .....	<b>16</b>
<b><u>2.4 Uso de <i>Lotus corniculatus</i>, <i>Trifolium pratense</i> e <i>T. repens</i> como espécies     biorremediadoras</u></b> .....	<b>17</b>
<b><u>3 METODOLOGIA</u></b> .....	<b>19</b>
<b><u>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES</u></b> .....	<b>26</b>
<b><u>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS</u></b> .....	<b>30</b>
<b><u>REFERÊNCIAS</u></b> .....	<b>31</b>
<b><u>ANEXOS</u></b> .....	<b>35</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O município de Dom Pedrito está localizado na Microrregião da Campanha Meridional e tem como atividade econômica principal a agricultura e a pecuária, com culturas de arroz e soja como as mais frequentes. Na safra 2014/2015 o município teve uma área plantada de aproximadamente 48 mil hectares de arroz. Nesta área, a produtividade média de arroz foi em torno de 8700 kg/ha. A produção local, concomitantemente com a produção do restante do estado é responsável por 61% da produção total de arroz no Brasil.

O comércio da agricultura objetiva grandes produtividades tendo em vista o aumento da lucratividade. Utilizando-se de métodos convencionais para a implantação e manutenção destas culturas, há a necessidade do emprego de quantidades consideráveis de agroquímicos, principalmente fertilizantes e herbicidas que, embora auxiliem o aumento da produção, acabam por causar poluição, contaminação e degradação não só da cultura em si, mas também dos solos. A crescente utilização de agrotóxicos na produção de alimentos tem ocasionado uma série de transtornos e modificações no ambiente, como a contaminação de seres vivos e a acumulação nos segmentos bióticos e abióticos dos ecossistemas.

A fitorremediação é uma técnica relativamente nova, ainda em ascensão no mercado de remediadores. É uma técnica que objetiva a descontaminação de solo e água, utilizando-se como agente de descontaminação plantas. As plantas podem absorver ou acumular os contaminantes orgânicos ou inorgânicos presentes no solo. Em comparação com outros métodos mais utilizados, ganha vantagem por apresentar-se eficaz, ter custo mais baixo e ser de fácil implementação.

Existem estudos relatando a análise e avaliação de algumas espécies de leguminosas com tolerância e potencial fitorremediador, e, ainda há muitas a serem descobertas com tal finalidade. Assim, o referido trabalho objetivou avaliar a tolerância de três espécies de leguminosas (*Trifolium repens* L., *Trifolium pratense* L. e *Lotus corniculatus* L.) ao herbicida imazapique + imazapir, e conseqüentemente a possível utilização destas para a descontaminação de solos, a fim de denotar aos produtores uma técnica de descontaminação do solo pós-lavoura que se alie à pecuária e manejo do gado.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 A agricultura no município**

O município de Dom Pedrito está localizado na Mesorregião Sudoeste Rio-Grandense e na Microrregião da Campanha Meridional, com altitude média de 131m, entre as coordenadas geográficas 30° 58' 54" de latitude sul e 54° 40' 39" longitude oeste. O território do município é de cerca de 5.192,10 Km<sup>2</sup> e tem como atividades econômicas principais a pecuária e a agricultura, com culturas de arroz e soja como as mais frequentes. De acordo com a Associação Rio-grandense de Empreendimentos de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER-RS, 2015), na safra 2014/2015 Dom Pedrito plantou aproximadamente 76 mil hectares de soja, enquanto para a cultura do arroz foram plantados 48 mil hectares. Nestas áreas, a produtividade média girou em torno de 2200 kg/ha de soja e 8700 kg/ha de arroz. A produção local, concomitantemente com a produção do restante do estado é responsável por 61% da produção total de arroz no Brasil (Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado - SOSBAI, 2014).

### **2.2 A agricultura e o uso de defensivos agrícolas**

O comércio da agricultura objetiva grandes produtividades tendo em vista o aumento da lucratividade. Com isso, torna-se recorrente o uso excessivo e indiscriminado de defensivos agrícolas (pesticidas e herbicidas) como método para diminuir as perdas causadas pelas pragas e plantas indesejadas (LEMOS & MUSAFIR, 2014). Utilizando-se de métodos convencionais, a implantação e manutenção de culturas agrícolas exigem quantidades consideráveis de agroquímicos principalmente fertilizantes e herbicidas que, embora auxiliem o aumento da produção, acabam por causar poluição, contaminação e degradação dos solos (GOMES & BARIZON, 2014).

Pode-se definir poluição ambiental como degradação do ambiente, e atribui-se tanto a um ecossistema natural como para um antropizado, nestes últimos estão incluídas as áreas agrícolas, sistemas urbanos, ou até mesmo em microescala - podendo ser causada por poluição sonora, térmica, atmosférica, por elementos radioativos, por substâncias não biodegradáveis, por derramamento de petróleo, por eutrofização, entre tantos outros a qualquer ecossistema (CARNEIRO *et al.*, 2015).

Para Lemos & Musafir (2014) a poluição do solo pode ser definida como qualquer alteração provocada nas suas características pela ação de produtos químicos (fertilizantes, herbicidas ou pesticidas) ou de resíduos sólidos ou líquidos, que prejudique o uso do solo ou o torne prejudicial ao homem e outros organismos. Existem diversos fatores de poluição ou degradação dos solos, entre eles, o desmatamento, a utilização irracional do solo, a poluição provocada pela aplicação excessiva de químicos na agricultura (pesticidas, herbicidas e fertilizantes). A mais comum é a poluição provocada por resíduos sólidos e líquidos (ODUM, 1997).

Como a supressão da vegetação nativa afeta a estrutura do ecossistema, pode ocorrer uma superpopulação de animais que antes se mantinham sob controle de seus predadores naturais, como ratos, formigas e lagartas, além disso, no espaço em que a vegetação original foi substituída surgem espaços para o desenvolvimento de espécies oportunistas. No sentido de recuperar a harmonia natural e reduzir os animais nocivos, foram desenvolvidos os meios artificiais de combate, os pesticidas, e para combater os vegetais indesejáveis, passou-se a utilizar herbicidas (PERES & MOREIRA, 2003).

A aplicação de compostos químicos como defensivos agrícolas iniciou-se em meados de 1920, e após a 2ª Guerra Mundial ocorreram muitos avanços na química, quando passou-se a contar com um grande número de produtos sintetizados notavelmente mais eficientes e mais acessíveis que os produzidos anteriormente, passando então a desempenhar um papel de crescente relevância na agricultura (PERES & MOREIRA, 2003; GOMES & BARIZON, 2014). A procura de agentes químicos apropriados para fins militares levou à síntese de numerosas substâncias dotadas de propriedades biocidas e, portanto, passíveis de uso contra plantas e animais nocivos (CARNEIRO *et al.*, 2015).

A utilização em larga escala de agrotóxicos (pesticidas e herbicidas) faz do Brasil, desde 2008, o maior consumidor mundial desses produtos (PAVAN, 2014; CARNEIRO *et al.*, 2015), em contrapartida, as consequências acarretadas pela utilização cresceram na mesma escala, e entre elas, podemos denotar algumas, como: a eliminação de plantas e insetos benéficos; a contaminação de alimentos de origem vegetal ou animal com resíduos de agrotóxicos; os danos à saúde do homem por intoxicação aguda, em caso de acidentes ou em pessoas que aplicam os agrotóxicos nas lavouras sem a proteção e os cuidados necessários, ou de longo prazo, pela ingestão de alimentos contaminados com resíduos dos agrotóxicos, ou de animais que acumularam os agrotóxicos pela cadeia alimentar (peixes, aves, carne de boi) (CARNEIRO *et al.*, 2015).

A crescente utilização de agrotóxicos na produção de alimentos tem ocasionado uma série de transtornos e modificações no ambiente, como a contaminação de seres vivos e a acumulação nos segmentos bióticos e abióticos dos ecossistemas (PERES & MOREIRA, 2003). Estudos demonstram ainda, que a ingestão constante de doses relativamente baixas de agrotóxicos podem ocasionar lesões hepáticas e renais, diminuição das defesas orgânicas, esterilidade masculina, reações de hipersensibilidade (alergia, asma), teratogênese e carcinogênese em seres humanos (OPS, 1996).

### **2.3 Biorremediação**

A biorremediação é a aplicação de processos biológicos *in situ* ou *ex situ* para remover compostos químicos perigosos do meio ambiente, resultando na utilização de processo ou atividade biológica para transformar os contaminantes em substâncias inertes (HOLLIGER *et al.*, 1997; GIANFREDA & RAO, 2004). Esta tecnologia vem sendo utilizada há alguns anos em muitos países e apresenta maior eficiência na remoção dos contaminantes do que as técnicas físicas e químicas (como incineração e lavagem do solo), sendo atualmente utilizada em escala comercial no tratamento de diversos resíduos e na remediação de áreas contaminadas com um custo mais baixo (BAMFORTH & SINGLETON, 2005).

A fitorremediação é uma técnica relativamente nova, ainda em ascensão no mercado de remediadores (LINDBLOM *et al.*, 2006). Em comparação com outros métodos mais utilizados, ganha vantagem por apresentar-se eficaz, ter custo mais baixo e ser de fácil implementação, pois utiliza plantas como agentes de descontaminação de solo e água (MARQUES *et al.*, 2011). Conforme Accioly & Siqueira (2000), a fitorremediação envolve o emprego de plantas, sua microbiota associada e amenizantes do solo (corretivos, fertilizantes, matéria orgânica etc.), além de práticas agronômicas que, se aplicadas em conjunto, removem, imobilizam ou tornam os contaminantes inofensivos ao ecossistema. Para Pires *et al.* (2003), a fitorremediação é uma técnica que objetiva a descontaminação de solo e água, utilizando-se como agente de descontaminação as plantas. As plantas podem absorver ou acumular os contaminantes orgânicos ou inorgânicos presentes no solo (SOUZA, 2011). É uma alternativa bastante acessível, ainda mais se comparada aos métodos convencionais de bombeamento e tratamento da água, ou remoção física da camada contaminada de solo, sendo vantajosa principalmente por apresentar potencial para tratamento *in situ* e ser economicamente viável. Ela é uma metodologia que apresenta muitos benefícios, pois é considerado um método “verde”, que utiliza plantas acumuladoras de metais pesados com o intuito de desintoxicar os

solos, possui baixo custo, é de simples execução e de grande eficiência, além de gerar menores impactos ambientais (GRATÃO *et al.*, 2005).

A fitorremediação envolve métodos distintos, tais como a fitoextração e a fitoestabilização. A fitoextração utiliza plantas para remover os metais do solo pela absorção e por acúmulo nas raízes e partes aéreas da planta, que podem, posteriormente, ser recicladas para recuperação do metal (ROMEIRO, *et al.*, 2007). Estas plantas, apresentam a capacidade de tolerar altos níveis de alguns metais pesados que seriam nocivos a outros organismos quaisquer (ZEITOUNI, 2003). A fitoestabilização faz uso de plantas para imobilizar contaminantes no sistema solo-planta, com o intuito de reduzir e prevenir a entrada destes nas águas subterrâneas ou nas cadeias-alimentares (ACCIOLY & SIQUEIRA, 2000). O processo de fitorremediação objetiva o rápido crescimento das plantas, uma produção alta de biomassa, força e tolerância a poluentes (LAMEGO & VIDAL, 2007). O Brasil apresenta grande potencial de uso tanto para biorremediação quanto para fitorremediação na recuperação de áreas contaminadas, devido à grande biodiversidade e ao clima, que favorecem os processos biológicos no tratamento da poluição (MARQUES, AGUIAR & SILVA, 2011).

#### **2.4 Uso de *Lotus corniculatus* L., *Trifolium pratense* L. e *T. repens* L. como espécies biorremediadoras**

Estudos realizados por Murtagh (1977) relataram a tolerância de *Trifolium repens* L. a herbicidas. Galiev (1980) demonstrou que *Trifolium pratense* L. igualmente se comporta como tolerante a diversos grupos químicos de herbicidas. Cella Júnior (2005) comprovou que a fitotoxicidade promovida pelos herbicidas pode variar em função da espécie de leguminosa e da dose utilizada.

Wilberg (2006) demonstrou que *Trifolium repens* tem potencial bioindicador. Para Silva & Monquero (2006) espécies da família Leguminosae (Fabaceae) possibilitam a despoluição do solo, além de terem a capacidade de fixação do nitrogênio. Guimarães *et al.* (2012) estudaram a tolerância de herbicidas do grupo das Imidazolinonas de seis espécies, dentre elas *Lotus corniculatus* e *Trifolium repens* que demonstraram maior tolerância a imazetapir + IMAZAPIC do que para imazapique + imazapir. Das espécies estudadas por esses autores *Vicia sativa* foi a mais tolerante a aplicação de herbicida. Mais recentemente, Souto *et al.* (2013) testaram seis espécies para a biodegradação de herbicida imazetapir e imazapic, sendo que das espécies hibernais, *Lotus corniculatus* foi uma das que mais acumulou C-CO<sub>2</sub>, demonstrando a capacidade de fitoestimulação da biota do solo. Em outra

contribuição Souto *et al.* (2013) demonstraram que tanto *Lotus corniculatus* como *Trifolium repens* apresentaram efeito significativo sobre o residual de herbicidas. Machado *et al.* (2013) verificaram que *Trifolium repens* pode ser considerado tolerante aos herbicidas bentazon + imazethapyr, imazetaphyr, bentazon e 2,4-D (ácido 2-4 diclorofenoxiacético).

Tendo por base estudos que demonstram o potencial fitorremediador de diversas espécies de leguminosas, e com base no histórico de trabalhos com diferentes espécies de *Lotus* e *Trifolium* que demonstra que espécies desses gêneros tem capacidade bioindicadora se propõem estudo com as espécies *Lotus corniculatus*, *Trifolium pratense* e *Trifolium repens* visando verificar o potencial fitorremediador dessas espécies.

### 3 METODOLOGIA

Foram selecionadas as espécies *Trifolium repens* L. (conhecida popularmente como Trevo branco), *Trifolium pratense* L. (conhecida popularmente como Trevo vermelho) e *Lotus corniculatus* L. (conhecida popularmente como Cornichão), todas pertencentes a família Fabaceae e utilizadas como pastagem nesta região, representadas nas figuras 1, 2 e 3 respectivamente.

Figura 1 - Trevo branco (*Trifolium repens* L.)



Fonte: Bárbara Pinheiro Moreira (2015).

Figura 2 - Trevo vermelho (*Trifolium pratense* L.)



Fonte: Bárbara Pinheiro Moreira (2015).

Figura 3 – Cornichão (*Lotus corniculatus* L.)

Fonte: Bárbara Pinheiro Moreira (2015).

Foram feitas quatro repetições para cada uma das espécies e para cada um dos quatro tratamentos, além de um tratamento-controle para cada espécie, totalizando 51 amostras, conforme as figuras abaixo:

Figura 4 – Croqui demonstrativo de espécies nos tratamentos-controle; Figura 5 – Croqui demonstrativo de espécies e aplicações de ½ dose; Figura 6 – Croqui demonstrativo de espécies e aplicações de 1 dose; Figura 7 – Croqui demonstrativo de espécies e aplicações de 1 ½ dose; Figura 8 – Croqui demonstrativo de espécies e aplicações de 2 doses; Figura 9 – As 3 espécies, 4 dosagens de imazapique + imazapir com as 4 repetições.

Figura 4 - Croqui demonstrativo de espécies nos tratamentos-controle

<b>TRATAMENTOS-CONTROLE</b>		
<b><i>Lotus corniculatus</i></b>	<b><i>Trifolium repens</i></b>	<b><i>Trifolium pratense</i></b>
<b>Altura: 460 mm</b>	<b>Altura: 260 mm</b>	<b>Altura: 200 mm</b>
<b>Área foliar: 5127 mm<sup>2</sup></b>	<b>Área foliar: 3807 mm<sup>2</sup></b>	<b>Área foliar: 2356 mm<sup>2</sup></b>
<b>Avaliação visual: 5</b>	<b>Avaliação visual: 4</b>	<b>Avaliação visual: 3</b>

Fonte: Autor (2016)

Figura 5 - Croqui demonstrativo de espécies e aplicações de ½ dose

<b>½ DOSE</b>		
<b><u>Lotus corniculatus</u></b>	<b><u>Trifolium repens</u></b>	<b><u>Trifolium pratense</u></b>
Altura: 12 mm Área foliar: 28 mm <sup>2</sup> Avaliação visual: 1	Altura: 30 mm Área foliar: 113 mm <sup>2</sup> Avaliação visual: 2	Altura: 25 mm Área foliar: 368 mm <sup>2</sup> Avaliação visual: 2
Altura: 106 mm Área foliar: 829 mm <sup>2</sup> Avaliação visual: 4	Altura: 15 mm Área foliar: 57 mm <sup>2</sup> Avaliação visual: 1	Altura: 30 mm Área foliar: 217 mm <sup>2</sup> Avaliação visual: 2
Altura: 63 mm Área foliar: 679 mm <sup>2</sup> Avaliação visual: 3	Altura: 0 Área foliar: 0 Avaliação visual: 0	Altura: 15 mm Área foliar: 57 mm <sup>2</sup> Avaliação visual: 1
Altura: 130 mm Área foliar: 848 mm <sup>2</sup> Avaliação visual: 5	Altura: 30 mm Área foliar: 57 mm <sup>2</sup> Avaliação visual: 1	Altura: 30 mm Área foliar: 509 mm <sup>2</sup> Avaliação visual: 3

Fonte: Autor (2016)

Figura 6- Croqui demonstrativo de espécies e aplicações de 1 dose

<b>1 DOSE</b>		
<b><u>Lotus corniculatus</u></b>	<b><u>Trifolium repens</u></b>	<b><u>Trifolium pratense</u></b>
Altura: 0 Área Foliar: 0 Avaliação visual: 0	Altura: 15 mm Área foliar: 19 mm <sup>2</sup> Avaliação visual: 1	Altura: 30 mm Área foliar: 188 mm <sup>2</sup> Avaliação visual: 4
Altura: 20 mm Área foliar: 28 mm <sup>2</sup> Avaliação visual: 5	Altura: 20 mm Área foliar: 19 mm <sup>2</sup> Avaliação visual: 1	Altura: 0 Área foliar: 0 Avaliação visual: 0
Altura: 0 Área foliar: 0 Avaliação visual: 0	Altura: 35 mm Área foliar: 71 mm <sup>2</sup> Avaliação visual: 4	Altura: 20 mm Área foliar: 85 mm <sup>2</sup> Avaliação visual: 1
Altura: 25 mm Área foliar: 14 mm <sup>2</sup> Avaliação visual: 2	Altura: 10 mm Área foliar: 28 mm <sup>2</sup> Avaliação visual: 1	Altura: 12 mm Área foliar: 42 mm <sup>2</sup> Avaliação visual: 1

Fonte: Autor (2016)

Figura 7 - Croqui demonstrativo de espécies e aplicações de 1 ½ dose

<b>1 ½ DOSE</b>		
<b><u>Lotus corniculatus</u></b>	<b><u>Trifolium repens</u></b>	<b><u>Trifolium pratense</u></b>
Altura: 20 mm Área foliar: 14 mm <sup>2</sup> Avaliação visual: 3	Altura: 10 mm Área foliar: 28 mm <sup>2</sup> Avaliação visual: 5	Altura: 10 mm Área foliar: 28 mm <sup>2</sup> Avaliação visual: 1
Altura: 15 mm Área foliar: 33 mm <sup>2</sup> Avaliação visual: 2	Altura: 0 Área foliar: 0 Avaliação visual: 0	Altura: 30 mm Área foliar: 42 mm <sup>2</sup> Avaliação visual: 2
Altura: 25 mm Área foliar: 28 mm <sup>2</sup> Avaliação visual: 1	Altura: 0 Área foliar: 0 Avaliação visual: 0	Altura: 20 mm Área foliar: 19 mm <sup>2</sup> Avaliação visual: 4
Altura: 20 mm Área foliar: 75 mm <sup>2</sup> Avaliação visual: 1	Altura: 0 Área foliar: 0 Avaliação visual: 0	Altura: 25 mm Área foliar: 57 mm <sup>2</sup> Avaliação visual: 4

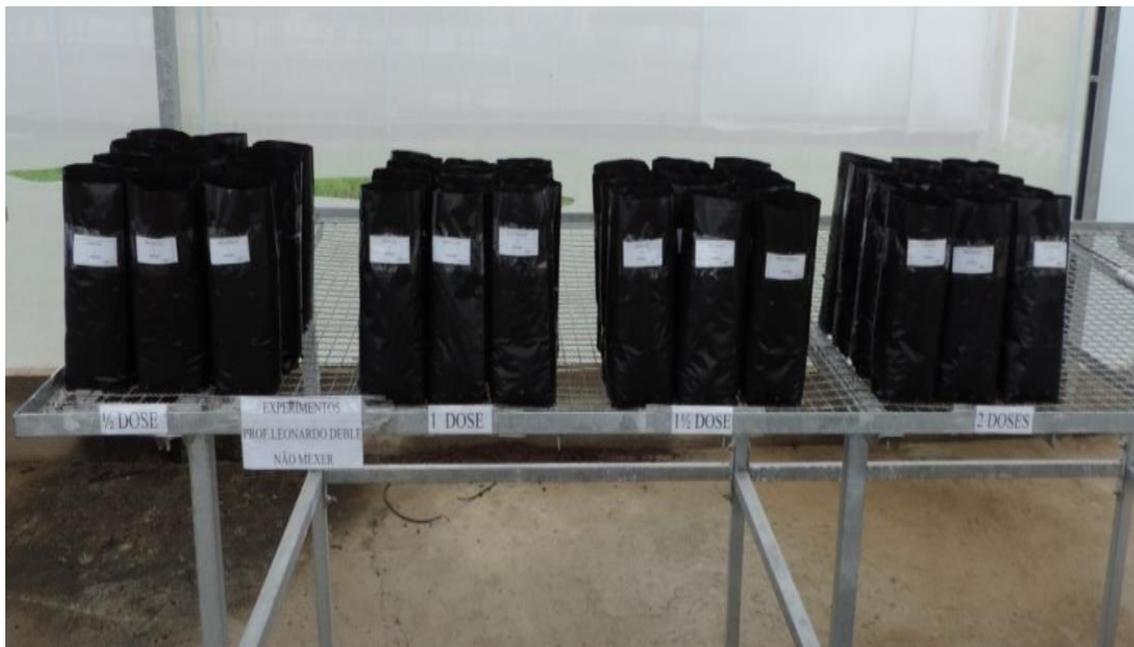
Fonte: Autor (2016)

Figura 8 - Croqui demonstrativo de espécies e aplicações de 2 doses

<b>2 DOSES</b>		
<b><u>Lotus corniculatus</u></b>	<b><u>Trifolium repens</u></b>	<b><u>Trifolium pratense</u></b>
Altura: 0 Área foliar: 0 Avaliação visual: 0	Altura: 0 Área foliar: 0 Avaliação visual: 0	Altura: 0 Área foliar: 0 Avaliação visual: 0
Altura: 10 mm Área foliar: 9 mm <sup>2</sup> Avaliação visual: 4	Altura: 0 Área foliar: 0 Avaliação visual: 0	Altura: 0 Área foliar: 0 Avaliação visual: 0
Altura: 0 Área foliar: 0 Avaliação visual: 0	Altura: 5 mm Área foliar: 9 mm <sup>2</sup> Avaliação visual: 5	Altura: 0 Área foliar: 0 Avaliação visual: 0
Altura: 37 mm Área foliar: 57 mm <sup>2</sup> Avaliação visual: 3	Altura: 18 mm Área foliar: 19 mm <sup>2</sup> Avaliação visual: 3	Altura: 5 mm Área foliar: 0 Avaliação visual: 1

Fonte: Autor (2016)

Figura 9 - As 3 espécies, 4 dosagens de imazapique + imazapir com as 4 repetições



Fonte: Autor (2016)

O experimento foi instalado em casa de vegetação na Universidade Federal do Pampa *campus* Dom Pedrito nos meses de abril a junho de 2016. Foram utilizados recipientes plásticos com capacidade para 0,75m<sup>3</sup> de substrato, conforme sugestionado por Belarmino *et al.* (2012). Os recipientes foram preenchidos com substrato estéril. Estes, em 14 de abril de 2016, sofreram aplicações de quatro diferentes dosagens de imazapique + imazapir (Figura 10 - E).

De acordo com o rótulo do fabricante, este aponta como dose recomendada a quantia de 140g/ha, diluído em 150 litros de água. Foram realizadas as conversões para a área trabalhada, em questão, um recipiente plástico, com 324cm<sup>2</sup> – sendo obtidas as seguintes dosagens: 2,5x10<sup>-4</sup>g diluído em 0,25mL de água destilada, designado como 1/2 dose; 5x10<sup>-4</sup>g diluído em 0,5mL de água destilada, designado como 1 dose ou dose recomendada; 7,5x10<sup>-4</sup>g diluído em 0,75mL de água destilada, designado como 1 1/2 dose; 1x10<sup>-3</sup>g diluído em 1mL de água destilada, designado como 2 doses ou dose dupla. A aplicação foi feita diretamente no solo, com utilização de micropipeta para gotejamento da solução, antes da transferência das amostras. Além destas aplicações, foram feitos 3 tratamentos-controle, onde o substrato não sofreu aplicação do herbicida.

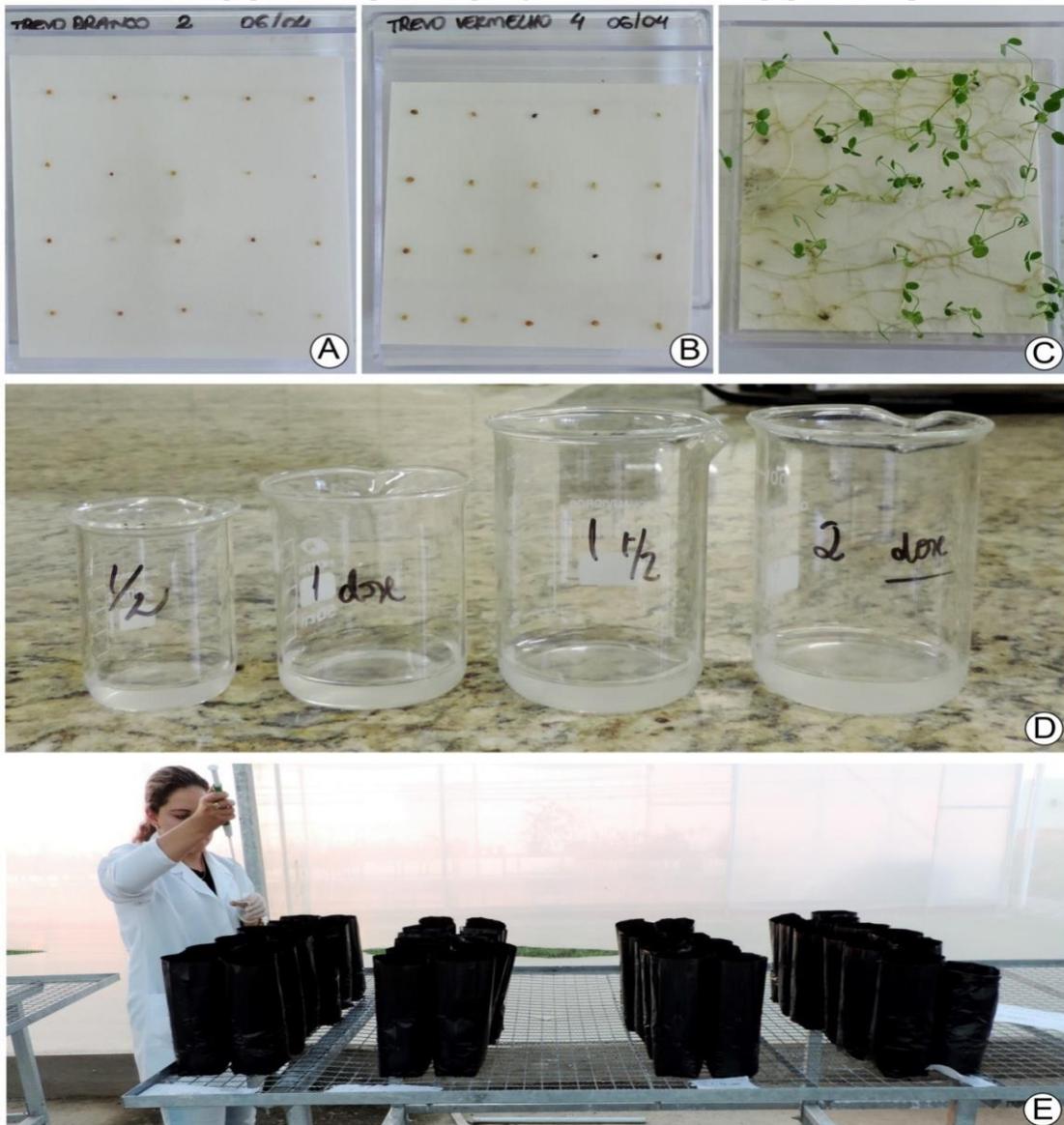
As sementes foram dispostas diretamente no papel Germitest umedecido com água destilada e estes colocados em caixas Gerbox. (Figura 10 – A; B). As caixas foram levadas ao

germinador, sob temperatura de 22 °C e luminosidade controlada, com ciclos claro/escuro alternados a cada 12 horas.

Aos 13 e 19 dias após a sementeira, as plântulas passaram por tratamento nutritivo, com solução em meio de cultura MS (Murashige & Skoog, 1962), com proporção de aplicação 1:3 para solução e água destilada.

Após 25 dias (Figura 10 – C) as plântulas foram selecionadas e transferidas para os recipientes preenchidos com os substratos que sofreram diferentes aplicações de imazapique + imazapir e também nos recipientes do tratamento-controles, preenchidos com substrato estéril. Sendo colocadas quatro plântulas por recipiente, totalizando 204 plântulas.

Figura 10 – (A) Sementes de *Trifolium repens* em caixa Gerbox para germinação; (B) Sementes de *Trifolium pratense* em caixa Gerbox para germinação; (C) Plântulas após 25 dias no germinador; (D) Preparação das doses de imazapique + imazapir; (E) Aplicação das doses de imazapique + imazapir.



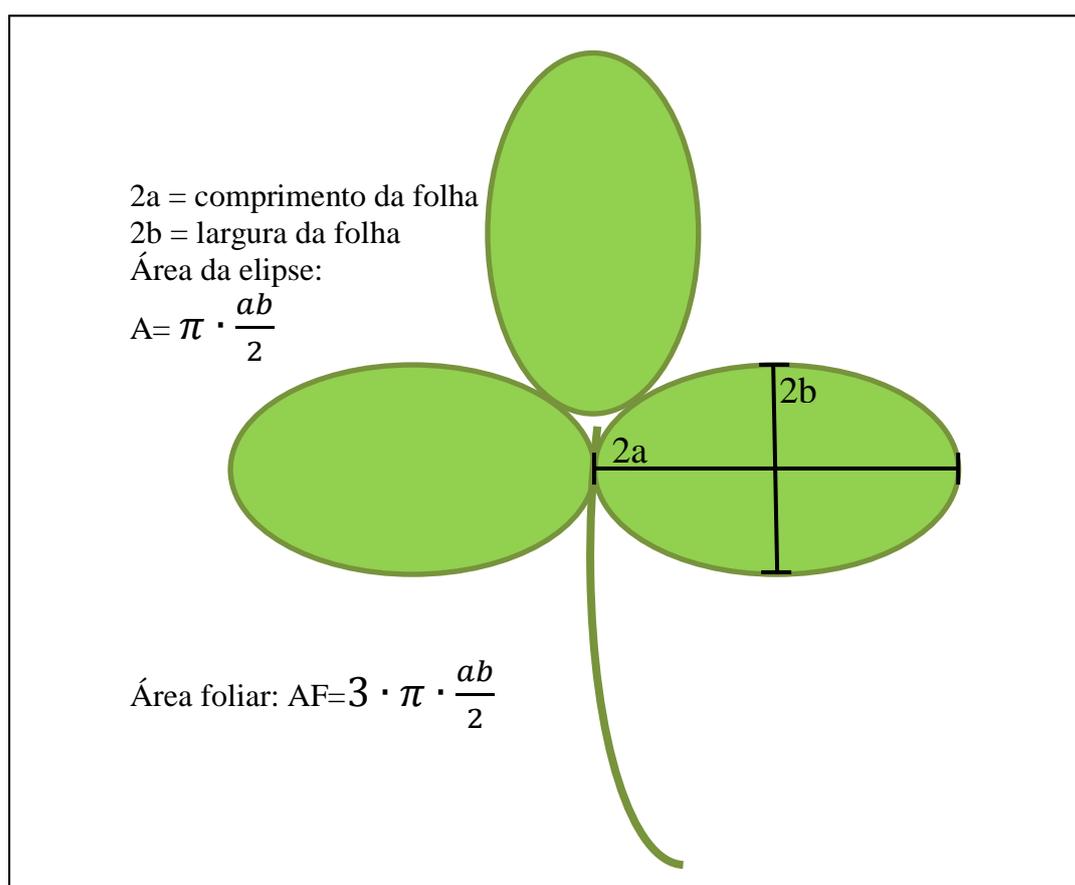
Fonte: Autor (2016)

O delineamento experimental escolhido foi de blocos casualizados, arranjado em esquema fatorial  $3 \times 4$ , com quatro repetições e o tratamento-controle. O fator A foi representado pelas espécies (*Trifolium repens* L., *Trifolium pratense* L. e *Lotus corniculatus* L.) e o B pelas doses de imazapique + imazapir (½ dose, 1 dose, 1½ dose e 2 doses, conforme recomendado pelo fabricante).

Após 30 dias das plântulas terem sido colocadas nos recipientes, os espécimes foram analisados em relação às seguintes variáveis: fitotoxicidade (%), altura (AL - mm), área foliar (AF - mm<sup>2</sup>/vaso). A fitotoxicidade foi avaliada através de avaliação visual, atribuindo-se notas de 5 (sem efeitos fitotóxicos) a 0 (morte completa das plantas), comparando-se com o tratamento testemunha. A AL será determinada com régua graduada medindo-se as plantas rente ao solo até o ápice.

Para a área foliar, seguiu-se para todas as espécies estudadas o proposto por Neto et al. (2010) para o trevo vermelho no qual se calcula a área foliar de uma elipse e multiplica-se por três, considerando todos os folíolos (Figura 11).

Figura 11 - Cálculo para determinação da área foliar



Fonte: Autor (2016) adaptado de Departamento de Astronomia do Instituto de Física da UFRGS

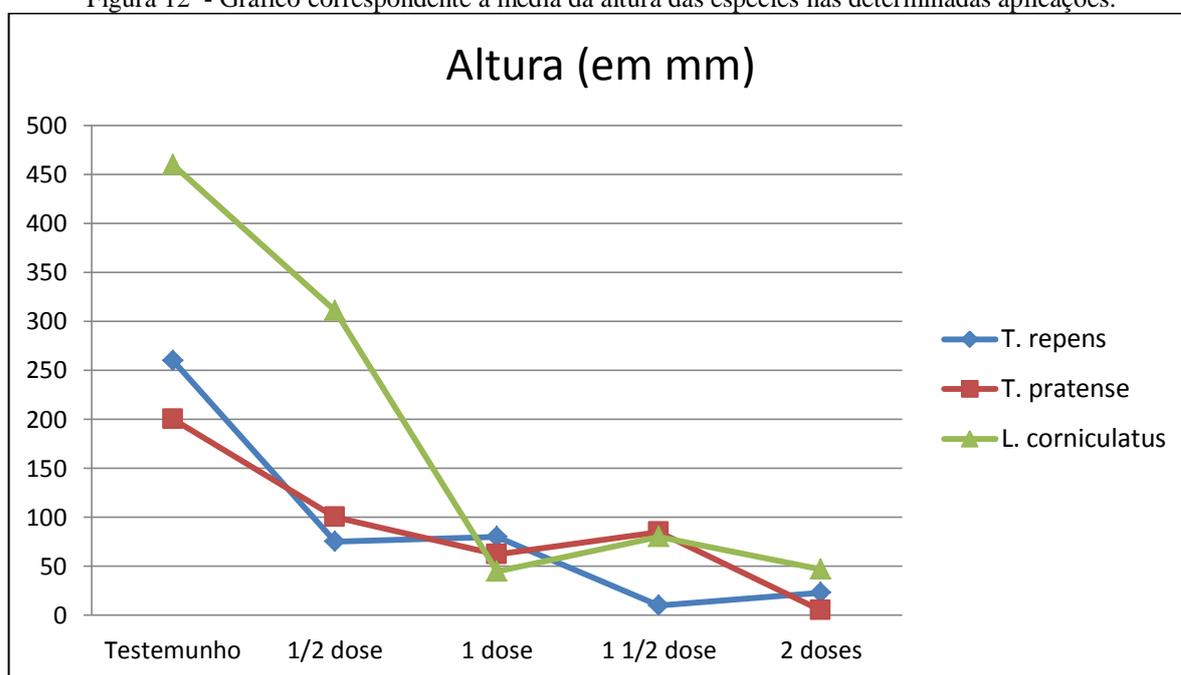
#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após trinta dias de experimento foram feitas as medições por amostra, sendo medida a área foliar e altura de todas as plantas vivas e informado o grau de fitotoxicidade, conforme detalhado na metodologia.

As três espécies estudadas apresentaram uma sensível diminuição tanto na altura média das plantas, quanto na área foliar nas aplicações de ½ dose, dose, 1 ½ dose e 2 doses, em relação as amostras do tratamento-controle Isso demonstra que as mesmas sofreram influência com a aplicação de imazapique + imazapir e o grau de fitotoxicidade foi maior no tratamento com 2 doses para todas as espécies estudadas e menor no tratamento com ½ dose.

*Lotus corniculatus* foi à espécie que produziu maior média de altura e área foliar no tratamento-controle, no entanto demonstrou-se bastante sensível a aplicações da dose recomendada e superiores (Figura 12).

Figura 12 - Gráfico correspondente a média da altura das espécies nas determinadas aplicações.



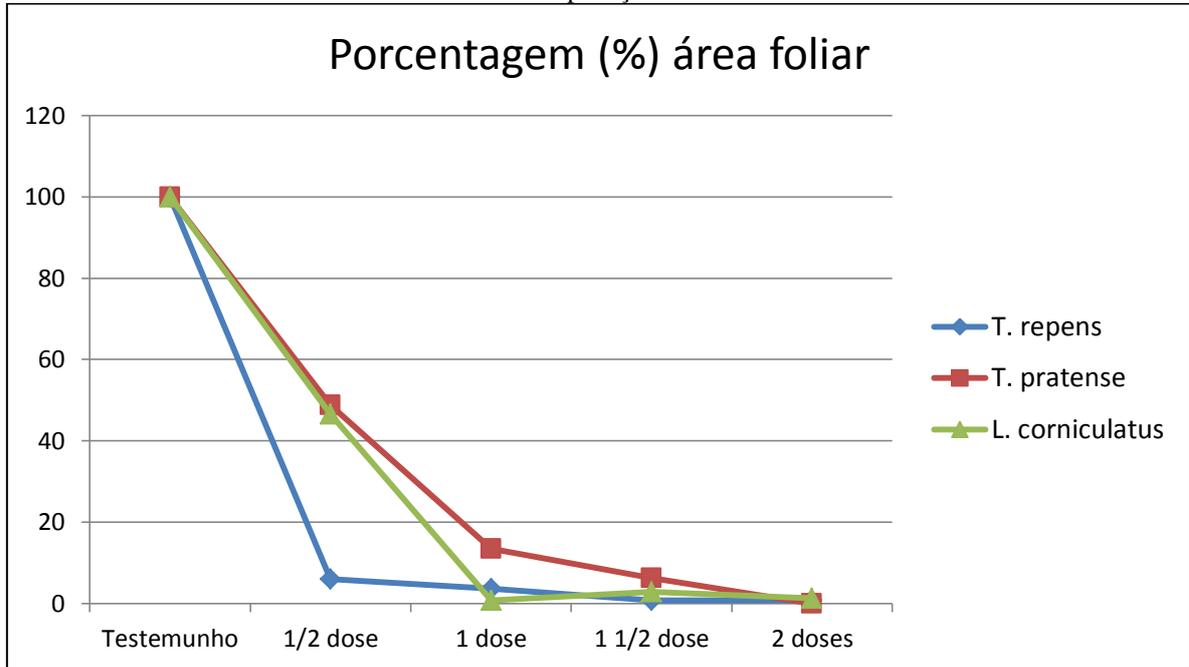
Fonte: Autor (2016)

Para as aplicações de ½ dose a espécie demonstrou tolerância semelhante à observada em *Trifolium pratense*, e foi a espécie que mais produziu altura e área foliar nas aplicações de ½ dose, no entanto sua tolerância em percentual para área foliar foi inferior a de *T. pratense* (Figura 13).

Os dados obtidos estão de acordo com o observado por Belarmino *et al.* (2012) e Guimarães *et al.* (2012) que verificaram que *L. corniculatus* é uma espécie que apresenta

pouca capacidade de tolerância para os herbicidas do grupo das imidazolinonas. No entanto, a espécie demonstrou potencial de tolerância para doses abaixo do recomendado.

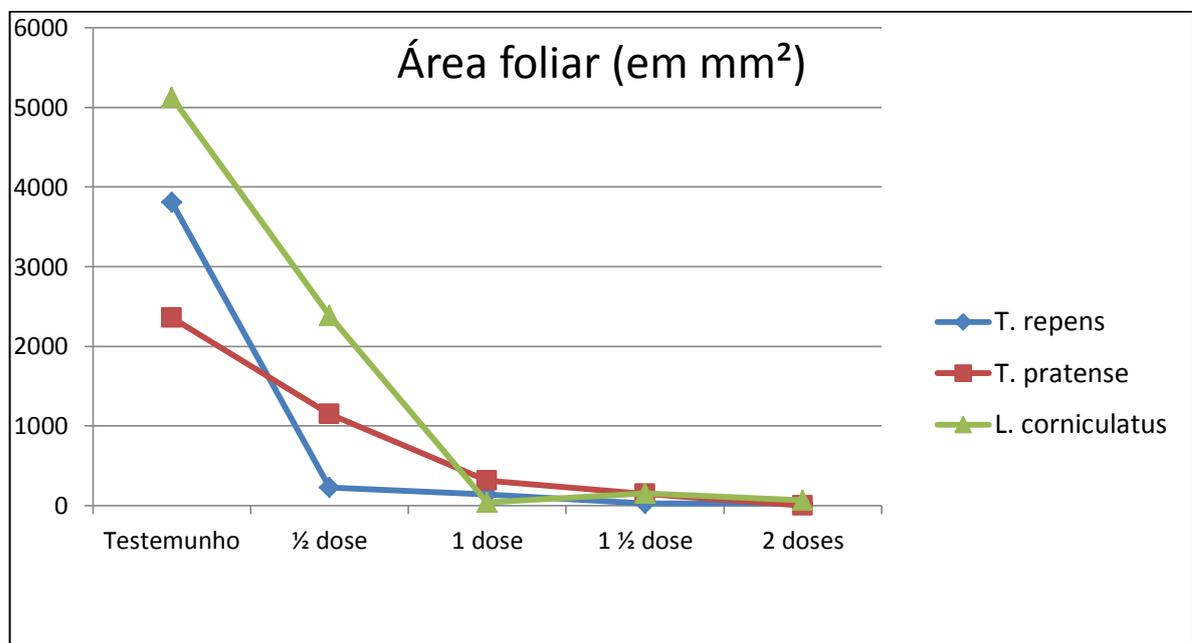
Figura 13 - Gráfico correspondente a porcentagem média da área foliar das espécies nas determinadas aplicações.



Fonte: Autor (2016)

*Trifolium repens* foi à espécie mais sensível à aplicação de imazapique + imazapir, tendo em vista que no tratamento-controle produziu mais área foliar que *T. pratense*, mas este índice diminuiu para os mais baixos, a partir de aplicações de 1/2 dose (Figura 14).

Figura 14 - Gráfico correspondente à média da área foliar das espécies nas determinadas aplicações.

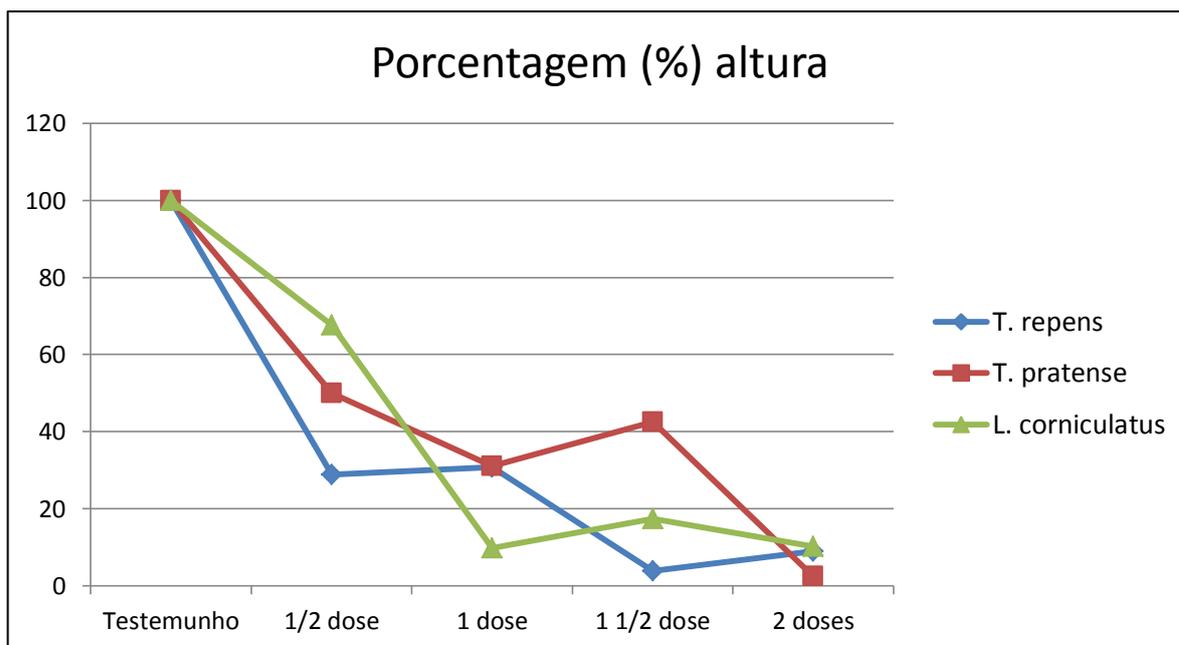


Fonte: Autor (2016)

O mesmo foi observado para a altura, no entanto a espécie não diferiu estatisticamente em aplicações de ½ dose e dose (Figura 12). Com base no presente experimento é possível afirmar que a espécie não apresentou o potencial de tolerância nos 30 dias iniciais, contrariando o que foi anteriormente citado por Murtagh (1977) e Wilberg (2006). No entanto, para imazapique + imazapir essa espécie não é a mais adequada, conforme mencionado por Belarmino *et al.* (2012).

*T. pratense* foi a espécie que menos diferiu em relação ao tratamento-controle, produzindo os melhores dados em percentual tanto na altura como para área foliar (Figura 15), evidenciado principalmente para os tratamentos com aplicação de dose e de 1 ½ dose. Para as aplicações de ½ dose a espécie produziu menor altura em percentual, quando comparado a *L. corniculatus* e foi bastante similar a essa espécie no tocante a área foliar. Galiev (1980) mencionou que a espécie possui tolerância para diversos grupos de herbicidas, no entanto poucos trabalhos tratam sobre o potencial fitorremediador de *T. pratense*, demonstrando a necessidade de mais estudos com a mesma.

Figura 15 – Gráfico correspondente a porcentagem média da altura das espécies nas determinadas aplicações.



Fonte: Autor (2016)

Com base nos dados estudados e expostos na Tabela 2, é possível afirmar que a espécie que melhor tolerou aplicações de imazapique + imazapir para a dose recomendada e acima da dose recomendada foi *T. pratense* e abaixo da dose recomendada tanto *T. pratense* quanto *L. corniculatus* demonstraram tolerância. *T. repens* foi à espécie menos tolerante a

aplicações de imazapique + imazapir. Já para duas doses, as espécies não foram tolerantes, tendo em vista o número de indivíduos mortos e o baixo índice de área foliar, embora *L. corniculatus* tenha apresentado maior altura, entretanto a maior parte dos indivíduos apresenta baixo índice de avaliação visual.

Tabela 1 - Discriminação dos itens altura e sua média de porcentagem, área foliar e sua média de porcentagem e avaliação visual das espécies nas determinadas aplicações.

Espécies	Dosagens de imazapique + imazapir				
	Tratamento-controle (0)	½ dose	1 dose	1 ½ dose	2 doses
<b>Altura (mm)</b>					
<i>L. corniculatus</i>	460	311	45	80	47
<i>T. repens</i>	260	75	80	10	23
<i>T. pratense</i>	200	100	62	85	5
<b>Porcentagem (%) altura</b>					
<i>L. corniculatus</i>	100	67,6	9,8	17,4	10,2
<i>T. repens</i>	100	28,8	30,8	3,8	8,9
<i>T. pratense</i>	100	50	31	42,5	2,5
<b>Área foliar (mm<sup>2</sup>)</b>					
<i>L. corniculatus</i>	5127	2384	42	150	66
<i>T. repens</i>	3807	227	137	28	28
<i>T. pratense</i>	2356	1150	315	146	0
<b>Porcentagem (%) área foliar</b>					
<i>L. corniculatus</i>	100	46,5	0,8	2,9	1,3
<i>T. repens</i>	100	6,0	3,6	0,75	0,75
<i>T. pratense</i>	100	48,8	13,4	6,2	0
<b>Avaliação visual (média das espécies)</b>					
<i>L. corniculatus</i>	5	3,25	1,75	1,75	1,75
<i>T. repens</i>	4	1	1,75	1,25	2,0
<i>T. pratense</i>	3	2	2,25	2,75	0,25 1,0

Fonte: Autor (2016)

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As espécies avaliadas neste trabalho exibiram diferentes tolerâncias ao herbicida imazapique + imazapir no que se refere à aplicação das distintas dosagens apresentaram uma sensível diminuição tanto na altura média das plantas, quanto na área foliar nas aplicações de ½ dose, 1 dose, 1 ½ dose e 2 doses, em relação as amostras do tratamento-controle. O grau de fitotoxicidade para as espécies foi maior no tratamento com 2 doses e menor no tratamento com ½ dose.

A espécie *Trifolium pratense* foi a que melhor se desenvolveu em aplicações de dose recomendada e acima da dose. Para tratamentos abaixo da dose recomendada, ou seja, com ½ dose, as espécies que melhor se desenvolveram foram *Trifolium pratense* e *Lotus corniculatus*. A espécie *Trifolium repens* foi a que apresentou o pior desenvolvimento, sendo a menos tolerante das espécies estudadas. Em comparação, a espécie *Trifolium pratense*, e subsequente, a espécie *Lotus corniculatus*, foram as espécies que demonstraram uma melhor tolerância ao químico, com potencial de serem indicadas quanto à capacidade fitorremediadora para solos contaminados com o herbicida imazapique + imazapir para abaixo da dose recomendada. *T. pratense* ainda demonstrou capacidade de tolerância para a dose recomendada e produziu indivíduos com maior altura pra 1 ½ dose recomendadas.

## REFERÊNCIAS

- ACCIOLY, A. M. A.; SIQUEIRA, J. O. Contaminação química e biorremediação do solo. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V.; V. H.; SCHAEFER, C. E. G. R. **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. v. 1. p. 299-352.
- ASTRONOMIA E ASTROFÍSICA - Departamento de Astronomia do Instituto de Física da UFRGS – **Leis de Kepler: Área de uma elipse**.- 2000. Disponível em <<http://astro.if.ufrgs.br/kepleis/node16.htm>>
- BAMFORTH, S.; SINGLETON, I. Bioremediation of polycyclic aromatic hydrocarbons: current knowledge and future directions. **Journal of Chemical Technology and Biotechnology**, Sussex, v.80, n.7, p.723-736, 2005.
- BELARMINO, J. G.; GALON, L.; GUIMARÃES, S.; ZANDONÁ, R. R.; LIMA, A. M.; BASTIANI, M. O.; BURG, G. M.; CONCENÇO, G.; SILVA, A. F. Seleção De Espécies Vegetais Para Fitorremediar Solo Contaminado Com Imazapic+ Imazapyr. In: **XXVIII Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas**, CAMPO GRANDE - MS. A Ciência das Plantas Daninhas na Era da Biotecnologia, 2012.
- CARNEIRO, F. F., AUGUSTO, L. G. da S., RIGOTTO, R. M., FRIEDRICH, K., BÚRIGO, A. C. **Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde**- Rio de Janeiro: EPSJV; São Paulo: Expressão Popular, 2015.624p.
- CELLA JÚNIOR, A. A; Sensibilidade de leguminosas forrageiras nativas a Herbicidas em pós-emergência. **Dissertação de Mestrado** - Universidade Federal de Santa Maria – Santa Maria, 2005.
- EMATER-RS Associação Riograndense de Empreendimentos de Assistência Técnica e Extensão Rural/Rio Grande do Sul – **Informativo conjuntural do município de Dom Pedrito: Situação das culturas**, 2015.
- GALIEV, M. S. Application of *Matricaria inidora* in red clover. In: **Herb. Abstr**, v.50 n.1,p.91, 1980.
- GIANFREDA, L. & RAO, M.A. Potential of extra cellular enzymes in remediation of polluted soils: A review. **Enzyme MicrobiologyTechnology**, v. 35, p. 339-354, 2004.
- GOMES, M. A. F.; BARIZON, R. R. M. - **Panorama da contaminação ambiental por agrotóxicos e nitrato de origem agrícola no Brasil: cenário 1992/2011** / Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente, 2014. 35 p. — (Documentos / EmbrapaMeioAmbiente; 98).

GRATÃO, P.L.; PRASAD, N.V.; CARDOSO, P.; LEA, P.J. AZEVEDO, R. A. Phytoremediation: green tecnologia for the clean-up of toxic metals in the environment. **Brazilian Journal of Plant Physiology** vol.17 no.1 Londrina Jan./Mar. 2005

GUIMARÃES, S., GALON, L.; LIMA, A. M.; BASTIANI, M. O.; BELARMINO, J. G.; BURG, G. M.; ZANDONÁ, R. R.; CONCENÇO, G.; SILVA, A. F. espécies tolerantes aos herbicidas do grupo das imidazolinonas com potencial de uso em fitorremediação. **XXVIII Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas**, CAMPO GRANDE - MS. A Ciência das Plantas Daninhas na Era da Biotecnologia, 2012.

HOLLIGER, C., GASPARD, S., GLOD, G., HEIJMAN, C., SCHUMACHER, W., SCHWARZENBACH, R. P., VAZQUEZ, F. –Contaminated environmental in the sub surface and bioremediation: organic contaminants. **FEMS Microbiology Review**, Amsterdam, v.20, n.4, p.517-523, 1997. HUESE.

IRGA – Instituto Riograndense do Arroz – **Produtividades municipais - safra 2014/15** disponível em: <[http://www.irga.rs.gov.br/upload/20150710145210produtividade\\_municipios\\_safra\\_14\\_15.pdf](http://www.irga.rs.gov.br/upload/20150710145210produtividade_municipios_safra_14_15.pdf)>, acesso em 15 jun. 2016.

LAMEGO, F. P., VIDAL, R. A. - Fitorremediação: plantas como agentes de despoluição?In: **Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**. Curitiba, v. 17, 2007.

LEMOS, H. M.; MUSAFIR, R. E. -**Poluição do solo** – Disponível em: <[http://www.mecanica.scire.coppe.ufrj.br/util/b2evolution/media/blogs/ricardo/Apost\\_Pol\\_Solos\\_HML\\_REM-2014.pdf](http://www.mecanica.scire.coppe.ufrj.br/util/b2evolution/media/blogs/ricardo/Apost_Pol_Solos_HML_REM-2014.pdf)>, acesso em 14 abril 2015.

LINDBLOM, S.D.; ABDEL-GHANY, S.; HANSON, B.R.; HWANG, S.; TERRY, N.; PILON-SMITS, E.A.H. Constitutive expression of a high-affinity sulfate transporter in Indian mustard affects metal tolerance and accumulation. **Journal Environmental Quality**, v.35, p.726-733, 2006.

MACHADO, D., LUSTOSA, S. B. C., BALDISSERA, T. C., TUROK, J. D. N., MACHADO, M., WATZLAWICK, L. F., & PELISSARI, A. - **Seletividade de herbicidas em trevo-branco no estágio fenológico de expansão do primeiro trifólio**. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.43, n.12, p.2132-2138, 2013.

MARQUES, M; AGUIAR, C; SILVA, J. Desafios técnicos e barreiras sociais, econômicas e regulatórias na fitorremediação de solos contaminados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n. 1, p. 1-11, 2011.

MURASHIGE, T.; SKOOG, F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. **Physiologia Plantarum**, v.15, p.473-497, 1962.

- MURTAGH, G. J. Use of herbicides to reduce grass competition in clovers ward. **Tropical Grasslands**, v.11,n.2,p.121-413, 1977.
- NETO, A. F. G.; GARCIA, R.; MOOT, D. J.; GOBBI, K. F. Aclimação morfológica de forrageiras temperadas a padrões e níveis de sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia** v. 39, n.1, p. 42-50. 2010.
- ODUM, E. (1997). **Fundamentos da Ecologia**. 5ª Edição. Lisboa. Fundação Calouste Gulbenkian. Disponível em: <<http://bdigital.ufp.pt/bitstream/10284/574/1/49-54FCT2005-7.pdf>>acesso em 26 outubro de 2015.
- OPS (Organização Pan-americana da Saúde). Manual de vigilância da saúde de populações expostas a agrotóxicos. Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância Sanitária. Brasília: **Organização Pan-americana da Saúde/OMS**, 1996. Disponível em: <<http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/livro2.pdf>>, acesso em 10 outubro de 2015.
- PAVAN, B. O. Brasil é o maior consumidor de agrotóxico do mundo. **Brasil de Fato**, v. 19, 2014. Disponível em <http://antigo.brasildefato.com.br/node/27795>, acesso em 25 abril de 2016
- PERES, F; MOREIRA, J. C. **É veneno ou é remédio? Agrotóxicos, saúde e ambiente**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2003.
- PIRES, F.R.; SOUZA, C.M.; SILVA, A.A.; PROCÓPIO, S.O.; FERREIRA, L.R. Fitorremediação de solos contaminados com herbicidas. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v.21, n.2, p.335-341, 2003.
- ROMEIRO, S.; LAGÔA, A. M. M.; FURLANI, P. R.; ABREU, C. A. de; PEREIRA, B. F. F. Absorção de Pb e potencial de fitorremediação de *Canavalia ensiformes*. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 2, p. 327-334, 2007.
- SILVA, A. C.; MONQUERO, P. A. Fitorremediação de herbicidas. **Pesquisa e tecnologia**, v. 3, n.1, Jan-Jun 2006.
- SOSBAI – Sociedade sul-brasileira de arroz irrigado. Arroz irrigado: recomendações técnicas para pesquisa para o Sul do Brasil. **XXX REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO** Bento Gonçalves - RS - Brasil 06 a 08 de agosto de 2014.
- SOUTO, K. M., JACQUES, R. J. S., DE AVILA, L. A., DE OLIVEIRA MACHADO, S. L., ZANELLA, R., & REFATTI, J. P. - **Biodegradação dos herbicidas imazetapir e imazapique em solo rizosférico de seis espécies vegetais**. *Ciência Rural*, 43(10), 1790-1796. Santa Maria, 2013.

SOUTO, K. M., DE OLIVEIRA MACHADO, S. L., DE AVILA, L. A., & VESTENA, G. CASSOL, L. L., PIVETTA, A. P. - **Uso de espécies hibernais na redução do residual dos herbicidas imazetapir, imazapique e imazapir**. - VIII Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado - Santa Maria, 2013.

SOUZA, L. A de; ANDRADE, S. A. L de; SOUZA, S. C. R.; SCHIAVINATO, A. - Tolerância e potencial fitorremediador de *Stizolobium aterrimum* associada ao fungo micorrízico arbuscular *Glomus etunicatum* em solo contaminado por chumbo. **Rev. Brasileira de Ciências do Solo**, v.35, p. 1441-1451, 2011.

ZEITOUNI, C.F., 2003, Eficiência de espécies vegetais como fitoextratoras de cádmio, chumbo, cobre, níquel e zinco de um Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico. **Dissertação de Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical / Gestão de Recursos Agroambientais**. Instituto Agronômico de Campinas – IAC. Campinas, SP, Brasil, 91pp.

WILBERG, D. Q. – **A espécie *Trifolium repens* L. como bioindicadora de estado de biorremediação do solo contaminado com óleo diesel**. - Dissertação de mestrado - Departamento de Solos da Universidade Federal do Paraná – Curitiba, 2006.

## ANEXOS

**Anexo A - Bula Kifix<sup>®</sup> (imazapique + imazapir)**