

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina

Campus Jaraguá do Sul

Curso Técnico em Química (Modalidade: Integrado)

EDUARDO SCHALINSKI

LUCAS BASSO

LUCAS GIAN FACHINI

LUIZ VASCONCELLOS FERREIRA LANSKY

VICTOR HUGO GRAFFUNDER DE OLIVEIRA

**A AÇÃO DO ACETATO DE CHUMBO ENQUANTO CONTAMINANTE DO SOLO EM INDIVÍDUOS DO VEGETAL *Lolium multiflorum* (AZEVÉM).**

**Jaraguá do Sul**

**Novembro/2013**

EDUARDO SCHALINSKI

LUCAS BASSO

LUCAS GIAN FACHINI

LUIZ VASCONCELLOS FERREIRA LANSKY

VICTOR HUGO GRAFFUNDER DE OLIVEIRA

**A AÇÃO DO ACETATO DE CHUMBO ENQUANTO CONTAMINANTE DO SOLO EM INDIVÍDUOS DO VEGETAL *Lolium multiflorum* (AZEVÉM).**

Pesquisa submetida ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina como parte dos requisitos para obtenção da nota do Projeto Conectando Saberes.

Orientador: Bruno Augusto Dias.

Coordenador: Julio Eduardo Bortolini.

Jaraguá do Sul

Novembro/2013

## RESUMO

O nosso projeto tem como origem a idéia de tentar relacionar a vida de um indivíduo com as substâncias químicas que estamos estudando, de modo a seguir o tema geral do projeto conectando saberes: A Química e a Vida. Para isso, temos como principal objetivo verificar a influência do acetato de chumbo  $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}$ , na vida dos indivíduos da espécie vegetal *Lolium multiflorum* (azevém), e verificar se esta planta é uma boa bioindicadora da presença de tal material no solo.

Para cumprir com nossos objetivos utilizamos de um método que consiste em aplicar soluções aquosas de acetato de chumbo em indivíduos do azevém, estes que foram plantados em 9 vasos e cada vaso continha três indivíduos. Foi feita também a confecção de uma pequena estufa onde as plantas foram mantidas sob as mesmas condições e protegidas do ambiente externo.

Obtivemos resultados significativos de efeitos negativos nos indivíduos da planta, tais como folhas amareladas, quebradas, secas e indivíduos mortos, vale lembrar que estes aspectos foram analisados em comparação com um vaso de plantas que foi regado apenas com água mineral que serviu de 'controle', este que permaneceu praticamente intacto ao longo do experimento.

Com os dados apresentados, pudemos concluir que conseguimos atingir nossos objetivos e verificamos que a *L. multiflorum* se mostrou sensível ao acetato de chumbo mesmo em concentrações que estavam abaixo do limite da legislação vigente, o que mostra que ela pode ser usada em estudos futuros de biomonitoramento de solo para a presença de acetato de chumbo.

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	4
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	5
METODOLOGIA.....	9
RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	11
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	14
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	16
ANEXO I.....	18
ANEXO II .....	20

## INTRODUÇÃO

Este trabalho é uma conclusão de pesquisa para o Projeto Conectando Saberes, realizado pelos estudantes do curso Técnico em Química modalidade Integrado, do Instituto Federal de Santa Catarina campus Jaraguá do Sul.

Nosso trabalho, “A AÇÃO DO ACETATO DE CHUMBO ENQUANTO CONTAMINANTE DO SOLO EM INDIVÍDUOS DO VEGETAL *Lolium multiflorum* (AZEVÉM)”, visa verificar os efeitos macroscópicos do acetato de chumbo como contaminante na espécie *L. multiflorum* e visto os efeitos, estabelecer uma base para estudos posteriores sobre a possibilidade de uso da planta como biomonitor/bioindicador.

O assunto foi escolhido por condizer com o tema geral da pesquisa, “A Química e a Vida”, já que se trata do estudo dos impactos humanos sobre o ambiente à sua volta. Outros fatores que levaram à escolha do assunto são as possíveis aplicações futuras da pesquisa no campo de biomonitoramento do solo, pois não encontramos registros parecidos de pesquisas sobre o azevém como bioindicador neste segmento específico (de solo), e também levando em conta a importância de bioindicadores para podermos avaliar e perceber alterações ambientais, sejam elas naturais ou causadas pelo homem.

Nosso objetivo geral pouco se alterou em relação ao projeto, tendo em vista que fizemos algumas mudanças devido à disponibilidade de matérias para teste, contudo, temos como objetivo geral, o parágrafo a seguir.

### OBJETIVO GERAL:

- Verificar a influência do acetato de chumbo  $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}$  enquanto contaminante do solo nos indivíduos da espécie vegetal *L. multiflorum*.

Os objetivos específicos permanecem praticamente os mesmos, excluindo a parte em que analisaríamos os indivíduos a nível microscópico, visto que seria muito trabalhoso e exigiria diversos materiais de acesso não muito fácil. Seguem eles:

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Verificar se há alguma alteração macroscópica em indivíduos da espécie *Lolium multiflorum* quando em contato com chumbo em seu solo;
- Observar a possível morte do vegetal;
- Verificar se a espécie vegetal *L. multiflorum* é um bom indicador da presença de metais pesados no solo.

As informações que seguem neste trabalho foram levantadas e organizadas no decorrer deste semestre.

## REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O azevém, nome científico *Lolium multiflorum* (podendo ser abreviado como apenas *L. multiflorum*) é uma gramínea nativa de regiões do Mediterrâneo. Sendo típica de clima temperado, a *L. multiflorum* tem como melhor condição para seu crescimento a temperatura de 18°C a 20°C, porém demonstrando-se também uma planta com grande resistência a temperaturas mais frias e altas taxas de umidade (CERATTI, et al; 2012).

A *L. multiflorum* tem sementes bastante pequenas, sendo plantada com pouca terra por cima (enterrada não muito fundo), podendo alcançar seu crescimento máximo entre cerca de 0,75 e 1,2 metros, quanto tem folhas relativamente compridas, finas e verdes (RODRIGUES, et al; 2011).

A gramínea *L. multiflorum* é bastante cultivada em regiões do Brasil onde o clima mais se aproxima com o de seu ambiente de origem (Clima Temperado), ou seja, o Sul do país, principalmente entre os meses de Março e Dezembro. Tendo taxas de adaptação ao cultivo e viabilidade deste cultivo bastante altas, a *L. multiflorum* se demonstra um vegetal de ótimo custo-benefício enquanto forragem (alimentação para ruminantes), já que tem um alto valor nutricional necessário à engorda do gado e um preço para as sementes relativamente baixo. Isto tudo se põe em evidência quando sabemos que no Rio Grande do Sul o azevém constitui umas das principais fontes de alimentação da bovinocultura, num ciclo anual (CERATTI, et al; 2012) (KASPARY, et al; 2012).

Considerando o forte e visível atrelamento de nossa pesquisa à questão de seres bioindicadores, usemos o seguinte conceito:

Bioindicadores são definidos como qualquer resposta a um contaminante ambiental ao nível individual, medidos no organismo ou matriz biológica, indicando um desvio do status normal que não pode ser detectado no organismo intacto. Ou seja, são medidas de fluidos corporais, células, tecidos ou medidas realizadas sobre o organismo completo, que indicam, em termos bioquímicos, celulares, fisiológicos, comportamentais ou energéticos, a presença de substâncias contaminantes ou a magnitude da resposta do organismo alvo. (ARIAS et al, 2007, p. 63).

O exposto na citação supracitada pode ser enunciado de outra forma da seguinte maneira: Um bioindicador é algum organismo vivo que demonstra alguma característica indicadora de um determinado tipo de alteração no meio, tal qual uma contaminação (FURLAN, 2008). O uso de um bioindicador pode ser bastante variável, sendo para cada tipo de indivíduo e alteração no ambiente, uma possibilidade de bioindicação. Talvez o exemplo mais clássico de indivíduo bioindicador seja o líquen, que naturalmente tem cores variáveis, mas apresenta uma cor bastante escurecida quando exposto à poluição

atmosférica.

O processo de utilização de um organismo vivo com o propósito de bioindicar alguma alteração no meio, como é o caso de nossa pesquisa, chama-se Biomonitoramento (CARNEIRO, 2004). O Biomonitoramento é um processo típico de diagnóstico de poluição no meio ambiente, sendo de extrema importância por demonstrar potencial perigo ao ser humano e outros seres vivos e mesmo a processos antropológicos, já que evita potenciais problemas que a presença de alguma alteração no meio (seja este terrestre, aquático ou atmosférico) possa gerar à normalidade de nossas vidas. Podemos utilizar novamente o exemplo do líquen, para agora dizer que uma região onde as árvores apresentam pouquíssimos líquens, e os existentes têm coloração bastante escurecida, pode ser uma região onde alguma população sofre ou sofrerá típicos problemas gerados pela poluição atmosférica de metais, SO<sub>2</sub> e NO<sub>x</sub> (como problemas respiratórios, por exemplo). Demonstra-se então o biomonitoramento como uma alternativa para o conhecimento das alterações ambientais de um meio, sendo complementar ou substituinte a outras técnicas desenvolvidas com este fim (KLUMPP, et al; 2001), tendo como vantagens em geral o baixo custo de instalação e acompanhamento, ausência de aparelhagem sofisticada no monitoramento, eficiência na abrangência de áreas amplas monitoradas e viabilidade de se avaliar elementos químicos presentes em baixa concentração no ambiente estudado. As desvantagens em geral são relacionadas à questões de diferenciar os efeitos da alteração ambiental estudada e de todas as outras que ocorrem no indivíduo estudado (CARNEIRO, 2004).

Para sintetizar o significado de Biomonitoramento, podemos utilizar a definição a seguir:

Biomonitoramento pode ser definido como um método experimental indireto de se verificar a existência de poluentes em uma certa área, utilizando-se de organismo vivos, que respondem ao estresse a que se encontram submetidos por modificação nos ciclos vitais ou pela acumulação de poluentes. (CARNEIRO, Regina Maria Alves, 2004, p. 20)

Entre os organismos bioindicadores, podemos citar como principais e mais viáveis os tipos animal e principalmente o vegetal. Entre animais, temos como exemplos moluscos bioindicadores como a *Corbicula flumínea*, que é reconhecida internacionalmente como monitor biológico da contaminação de ambientes fluviais (RODRIGUES, et al; 2012), minhocas d'água, que aparecem em rios com elevada quantidade de matéria orgânica, entre diversos e numerosos outros. Já entre indivíduos vegetais, percebe-se também uma enorme quantidade de espécies bioindicadoras, talvez sendo até uma área muito mais pesquisada que a de bioindicadores animais, tendo como exemplo as mais de 110

espécies de vegetais bioindicadores descritas no trabalho de revisão bibliográfica de Regina Maria Alves Carneiro, o qual inclui a *L. multiflorum* na seção das Angiospermas.

Durante nosso projeto – evidenciando aqui a relação com o tema do Conectando Saberes de 2013 ‘A Química e a Vida’ -, decidimos utilizar enquanto método de alteração do ambiente da *L. multiflorum* uma substância contaminante ou poluente. Pode-se entender como poluente um agente que gera poluição, que por sua vez pode ser conceituada como degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente: prejudiquem a saúde, segurança e o bem-estar da população, criem condições adversas às atividades sociais e econômicas, afetem desfavoravelmente a biota, afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente, lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos (BRASIL, 1981).

Decidimos então, usar contaminantes no solo da *L. multiflorum*, tendo em vista que após pesquisas bibliográficas não encontramos estudos já realizados com relação ao biomonitoramento na presença de contaminantes no solo desta espécie, sendo encontrados apenas estudos (em grande quantidade inclusive) sobre a reação do azevém aos poluentes atmosféricos. Parte dos estudos que visavam o biomonitoramento da qualidade do ar com o uso da *L. multiflorum*, mostravam-na como espécie bioindicadora da presença de metais pesados, como Ni, Pb, Cd, Zn e Cu (POMBO, 1995).

A absorção pelas plantas de substâncias presentes em seu solo, depende dessas substâncias chegarem à raiz da planta ou da raiz chegar a substância. Os metais pesados são absorvidos em sua maioria na forma de íons, enquanto alguns podem também ser absorvidos enquanto complexos (POMBO, 1992).

A partir do nosso conhecimento de estudos sobre a absorção de metais pesados pela *L. multiflorum*, decidimos utilizar um metal pesado para fazer nossos experimentos. O conceito de metal pesado varia muito de autor para autor, desta forma escolhemos um conceito bastante generalizado, ou seja, que é uma aglomeração de outros, que se dá desta forma: Um metal pesado deve apresentar massa específica maior ou igual a  $3,5 \text{ g/cm}^3$ , massa atômica maior ou igual a 23 e número atômico maior ou igual a 20. A influência de metais pesados em organismos vivos pode ser positiva ou negativa, dependendo da concentração do mesmo e do organismo em si. Sendo absorvido de forma direta (pela raiz, no caso de plantas), existe uma concentração ótima de determinados metais pesados para cada espécie, mas após um determinado ponto, o metal começa a exercer uma ação tóxica ou até mesmo letal no organismo. Sendo absorvido indiretamente, ou seja, pela água, o metal pode ter dois efeitos sobre populações abastecidas pela mesma: intoxicar os organismos ali presentes, ou ser bioacumulado, onde o metal se bioamplifica, prejudicando espécies mais acima na cadeia alimentar (LIMA et al; 2011).

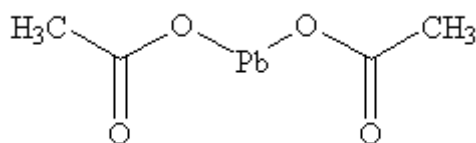
Por uma questão de disponibilidade de material em nosso laboratório, escolhemos

como metal pesado a ser utilizado em nossa pesquisa o Chumbo. Simbolizado por Pb, o chumbo é um elemento químico metálico de massa atômica 207,2 u, tendo aproximadamente ponto de fusão a 327°C e ponto de ebulição a 1755°C.

O chumbo é encontrado abundantemente na crosta terrestre em misturas de minérios, sendo normalmente utilizado como metal puro, em ligas ou em diversos outros compostos químicos industrialmente produzidos. A poluição atmosférica, aquática e do solo por Pb é fruto da atividade humana, sendo em larga escala pela atividade industrial, principalmente por setores de fundições e fabricação de baterias (CETESB, 2012).

A toxicologia do chumbo é um assunto de extrema importância, pois este elemento pode gerar diversos problemas à saúde humana, sendo inclusive considerado pela OMS (Organização Mundial de Saúde) como um dos elementos químicos mais perigosos à saúde humana. A intoxicação por chumbo ocorre principalmente por via inalatória e oral, ocorrendo na maioria das vezes pelo contato direto com o chumbo em ambientes de trabalho ou regiões industriais onde o chumbo é altamente utilizado, e/ou por ingestão de alimentos, água ou bebidas em geral quando contaminados (SCHIFER, et al; 2005). Como consequência à saúde, pode-se notar várias alterações bioquímicas no corpo que geram problemas, principalmente de crescimento, gastrointestinais, neuromusculares, neurológicos, hematológicos (referentes ao sangue), cardiovasculares, renais, hepáticos e carcinogênicos (MOREIRA, et al; 2004).

A substância que utilizamos em nosso experimento como composto de chumbo contaminante do solo da *L. multiflorum* foi o Acetato de Chumbo, também conhecido como acetato de chumbo triidratado ou sal de chumbo de ácido acético triidratado. É solúvel em água na proporção de 60 g de acetato para 100 g de água, tendo ponto de fusão a 75°C e de ebulição a 100°C (TELES, 2003). Tem como fórmula química  $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}$  e a seguinte fórmula estrutural:



**Figura 1:** Fórmula estrutural do Acetato de Chumbo -  $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}$ .

## METODOLOGIA

Nossa metodologia consistiu em primeiramente adquirir materiais necessários para a confecção de uma estufa, onde foram armazenados os vasos contendo os espécimes da *L. multiflorum*.

➤ **Da Estufa:** A estufa foi feita com quatro ripas de madeira que serviram de suporte para a tela de nylon, esta que foi colocada em toda a estufa para que não houvesse contato direto dos indivíduos do vegetal com o meio, excluindo assim a possibilidade de partículas externas influenciarem o resultado do experimento. Na base e no topo da estufa havia canos de PVC que foram fixados à madeira utilizando pregos, para deixar a estrutura com mais firmeza. O acesso aos indivíduos foi feito através de uma porta feita com dobradiças de metal, posicionada na parte da frente da estufa. A estufa ficou armazenada no laboratório, por isso, não fizemos medições de temperatura, visto que esta se alterava muito devido ao ar-condicionado do ambiente. Todas as plantas foram submetidas às mesmas condições de variação de temperatura.

➤ **Do plantio:** Iniciamos o processo de plantio fazendo a germinação das sementes para que tivéssemos a garantia de que os indivíduos se desenvolveriam adequadamente nesse estágio inicial. Após a germinação ter sido feita (sendo que houve problemas nas primeiras tentativas, o que atrasou nosso calendário), selecionamos indivíduos que apresentavam melhores condições para o plantio, indivíduos estes que foram plantados em dez vasos iguais, sendo que havia três indivíduos em cada vaso e cada um deles foi plantado a aproximadamente 2 cm de profundidade no solo, com um espaçamento entre as três sementes de cerca de 2 cm.

➤ **Das aplicações de contaminante:** Após o preparo das plantas, efetuamos o processo de aplicação do contaminante através de três soluções aquosas de acetato de chumbo que foram preparadas previamente e guardadas no laboratório, sendo as concentrações: 0,01 g/l (vasos 1, 2 e 3), 0,02 g/l (vasos 4, 5 e 6) e 0,03 g/l (vasos 7, 8 e 9), que foram aplicadas em três vasos cada. A ideia inicial de nosso trabalho era a de aplicar no solo do azevém quantidades de chumbo proporcionais à dos valores-limite permitidos por lei (Tabela 1), entretanto trabalhamos como o azevém sendo um biomonitor melhor quando indica quantidades abaixo do valor-limite, já que assim quando se descobrir a contaminação de um ambiente através do biomonitoramento por *L. multiflorum*, ainda se poderá tomar alguma medida para remediar a situação. As concentrações totais de acetato de chumbo nos vasos após a última aplicação, foram de 0,006g/kg para os vasos 1, 2 e 3, 0,012g/kg para os vasos 4, 5 e 6, e 0,024g/kg nos vasos 7, 8 e 9. A seguir, a Tabela 1, que fala sobre os valores-limite de alguns metais em solos permitidos por lei.

Parâmetros	Valores-limite		
	pH ≤ 5,5	5,5 < pH ≤ 7,0	pH > 7,0
Cádmio	1	3	4
Cobre	50	100	200
Níquel	30	75	110
Chumbo	50	300	450
Zinco	150	300	450
Mercúrio	1	1,5	2,0
Crômio	50	200	300

**Tabela 1:** Valores-limite de concentração de metais pesados nos solos em mg/kg. **Fonte:** MINISTÉRIOS DA AGRICULTURA, DO DESENVOLVIMENTO RURAL E DAS PESCAS E DO MEIO AMBIENTE. Portaria 176/96 de 3 de Outubro de 1996.

A quantidade da solução aplicada por vaso foi de 25 ml, de modo a obtermos maior precisão sobre os efeitos de cada concentração do material, excluindo a possibilidade de uma quantidade diferente apresentar um efeito maior ou menor na planta. Por fim, restou um vaso que foi regado apenas com 25 ml de água mineral por dia de aplicação, para servir de comparação em relação àqueles que continham o contaminante em seu solo, ou seja, o vaso 'controle'. As aplicações foram programadas para que fossem feitas de 3 em 3 dias, contudo, devido a alguns imprevistos de dias em que não foi possível o acesso ao laboratório para podermos aplicar o acetato de chumbo, tivemos de alterar os dias de rega, ficando o calendário de rega como descrito na tabela 2.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com as aplicações de acetato de chumbo terminadas, colhemos os dados registrados em todos os dias de rega a partir do dia 08/11, além do dia 25/11. Os exemplares foram analisados quanto à coloração, comprimento do caule, e se houve ou não a morte dos mesmos em presença do acetato de chumbo. As datas de rega e análise do desenvolvimento dos indivíduos podem ser vistas na Tabela 2 a seguir:

Dia/Mês	Aplicação de Acetato de Chumbo	Análise dos indivíduos de azevém
06/11	X	
08/11	X	X
12/11	X	X
14/11	X	X
18/11	X	X
21/11	X	X
25/11		X

**Tabela 2:** Datas de aplicação da solução de acetato de chumbo e de avaliação do desenvolvimento dos indivíduos de *L. multiflorum*.

Como se pode visualizar na tabela 2, as duas primeiras datas de análise do desenvolvimento dos indivíduos da *L. multiflorum* foram 08/11 e 12/11. Nestes dois dias observou-se uma coloração bastante verde em todos os indivíduos, nenhum indivíduo com problemas de crescimento ou quebradiços em relação à planta controle. Além disso, nenhum deles tinha folha dupla ou estava morto.

Na terceira data de análise do desenvolvimento dos exemplares de azevém, pudemos perceber já as primeiras diferenças notáveis entre a planta controle e as contaminadas pelo acetato de chumbo.

Para esclarecer os conteúdos que virão a seguir, deve ficar claro que há além do vaso controle, os vasos 1, 2 e 3 com concentração de contaminante 0,1g/l, vasos 4, 5 e 6 com concentração 0,2 g/l e vasos 7, 8 e 9 com concentração 0,3 g/l. Deve ficar claro também que cada vaso tinha inicialmente três indivíduos, de modo que quando algum deles morre, sua morte estará citada também na próxima tabela de avaliação, e suas características não estarão marcadas, estando apenas marcado como indivíduo morto.

Deve-se considerar para interpretar a Tabela 3.0 que ela foi a tabela gerada pela primeira avaliação, logo, o desenvolvimento das plantas não tinha ainda diferença tão acentuada. Segue abaixo tabela com as características dos indivíduos de cada vaso no dia 14/11, sendo cada número indicador do número de indivíduos afetados pela característica correspondente na tabela (quando não há número deve-se considerar que nenhum indivíduo do respectivo vaso apresentou tal característica), exceto pelos correspondentes

ao título “Vasos”, que correspondem ao número dos vasos – o que será considerado também nas próximas tabelas com dados de análise dos indivíduos:

Vasos	Crescimento defasado	Indivíduos com injúrias	Indivíduos secando	Indivíduos mortos	Folha dupla	Indivíduos amarelados
Controle					2	
1,2 e 3	9	6				9
4,5 e 6			2			6
7, 8 e 9	2	1	1		5	1

**Tabela 3.0:** Avaliação do crescimento dos indivíduos no dia 14 de Novembro.

No dia 18/11, as características que diferenciavam o vaso controle dos outros já eram mais agudas, como pode ser visto a seguir na Tabela 3.1:

Vasos	Crescimento defasado	Indivíduos com injúrias	Indivíduos secando	Indivíduos mortos	Folha dupla	Indivíduos amarelados
Controle					2	
1,2 e 3	7	1				4
4,5 e 6	2			1		6
7, 8 e 9	3			1	5	6

**Tabela 3.1:** Avaliação do crescimento dos indivíduos no dia 18 de Novembro.

Seguindo a lógica do segundo dia de avaliação, o terceiro dia de avaliação demonstrou maiores diferenças no desenvolvimento dos indivíduos em relação ao anterior, como descrito na Tabela 3.2:

Vasos	Crescimento defasado	Indivíduos com injúrias	Indivíduos secando	Indivíduos mortos	Folha dupla	Indivíduos amarelados
Controle					2	
1,2 e 3	5	1	2	2	3	2
4,5 e 6	4	1	1	2	2	
7, 8 e 9	2	1	1	2	6	

**Tabela 3.2:** Avaliação do crescimento dos indivíduos no dia 21 de Novembro.

Na avaliação do dia 25/11, seguiu-se o padrão anterior de desenvolvimento dos indivíduos, ou seja, o vaso controle continuou tendo um bom desenvolvimento e os outros de modo geral o contrário. Veja a avaliação deste dia na tabela 2.3:

Vasos	Crescimento defasado	Indivíduos com injúrias	Indivíduos secando	Indivíduos mortos	Folha dupla	Indivíduos amarelados
Controle					2	
1,2 e 3	4	2		5	3	1
4,5 e 6	6	1	1	2	5	5
7, 8 e 9	2	1	2	3	5	4

**Tabela 3.3:** Avaliação do crescimento dos indivíduos no dia 25 de Novembro.

O outro dado coletado nos dias de avaliação foi o comprimento dos indivíduos do vaso controle, para que se possa ter um parâmetro a fim de determinar se o crescimento está ou não deficiente. Visto que os indivíduos do vaso controle tinham tamanhos bastante parecidos em todos os dias avaliados, temos como dados as médias de tamanho entre os três indivíduos do vaso controle a partir da data em que a avaliação nos deu maiores sinais de diferenciações entre os vasos, sendo estas médias de 3,4 cm para o dia 14/11, 10,2 cm para o dia 18/11, 12,3 cm para o dia 22/11 e 13 cm para o dia 25/11.

Acompanhando os dados das tabelas 3.0 até 3.3, percebemos que nos dias 14/11 e 18/11, o número total de indivíduos amarelados (que é um sinal de fraqueza da *L. multiflorum* e de tantos outros vegetais) se manteve parecido, mesmo havendo as duas primeiras mortes no dia 18/11. Já no dia 21/11, em comparação a estas duas datas supracitadas, houve grande diminuição no número de indivíduos amarelados, havendo porém também um grande aumento no número de indivíduos mortos, que era de 0 no dia 14/11, 2 no dia 18/11 e passou a ser então 6. Em relação ao último dia, podemos considerar que houve também um aumento bastante significativo no número de indivíduos mortos, passando dos 6 mortos do dia 18/11 para 10 mortos.

Pode-se avaliar também pelas tabelas, que apesar do número de mortos ter sempre aumentado desde a avaliação do dia 14/11, o número de indivíduos com crescimento defasado manteve-se parecido, além de haver uma oscilação bastante significativa no número de indivíduos secando, amarelados ou com injúrias (quebradiços), o que nos permite avaliar que mais indivíduos passaram a ter problemas fisiológicos com o decorrer do tempo.

Por fim em relação à variação de dados explícita nas tabelas entre 3.0 e 3.3, percebe-se que a folha dupla - que é uma característica normal do azevém - manteve-se igual nos dias 14/11 e 18/11, sofrendo alteração do dia 18/11 para o dia 21/11, a partir daí mantendo um número total de indivíduos com folhas duplas consideravelmente próximo ao do avaliado no dia 25/11.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a realização das atividades propostas no projeto (à medida do possível), análise de dados e discussão dos mesmos acerca dos objetivos estabelecidos, nós podemos propor algumas conclusões para nossa pesquisa do Conectando Saberes 2013/2.

Partindo do nosso objetivo geral, que é verificar a influência do acetato de chumbo nos indivíduos do azevém, podemos concluir que são perceptíveis várias alterações nos indivíduos da *L. multiflorum* que ficam expostos ao acetato de chumbo, já que os indivíduos de nossa pesquisa regados com a solução de acetato de chumbo tiveram diversos problemas de saúde, acentuados se comparados aos indivíduos do vaso controle, e assim fizemos uma análise comparativa para então chegarmos à conclusão de que esta substância afeta a vida desses indivíduos em diversos aspectos macroscópicos, sendo o mais visível destes a simples morte da planta. No entanto, deve-se ressaltar aqui que esses resultados a que chegamos têm como base o ambiente explícito durante o trabalho em que os indivíduos se desenvolveram, sendo que esse ambiente pode sim ter alterado de alguma forma indesejada os resultados de nossa pesquisa, mesmo tendo os resultados como mais seguros já que tivemos a planta controle criada no mesmo ambiente (exceto, obviamente, pela presença de acetato de chumbo em seu solo).

Indo a pontos conclusivos mais específicos, pudemos perceber que a presença de folha dupla do azevém basicamente não é afetada pela presença de acetato de chumbo em seu solo, já que se demonstraram resultados parecidos em termos de folha dupla entre os diversos indivíduos dos dez vasos (nove com poluente mais o vaso controle). Da mesma maneira, a questão de indivíduos estarem injuriados (quebradiços) não demonstrou ser grandemente afetada pela presença de acetato de chumbo, já que mesmo com a aplicação continuada, muitos indivíduos se recuperaram da quebra normalmente, tendo como hipótese então que esta quebra ocorreu por algum outro fator mecânico do ambiente ou fisiológico da planta. Dentre as outras características analisadas, percebemos que algumas delas demonstraram mais acentuadamente a presença de  $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}$  no solo da planta, sendo estas as folhas amareladas, crescimento abaixo do normal e a morte dos indivíduos em si, podendo-se citar aqui também os indivíduos secando, já que quase todos indivíduos que começaram a secar depois morreram, sendo este um bom sinal de que há acetato de chumbo no solo. Podem-se ver no Anexo I, as Figuras 2.0 e 2.1 com exemplos de indivíduos com respectivamente bom e mau crescimento.

Considerando que o chumbo é uma substância bastante nociva a uma gama bem variada de seres vivos, temos como hipótese de conclusão também que o acetato de chumbo foi o agente contaminante, ou seja, o agente em excesso que causou problemas aos seres vivos avaliados, e assim sendo qualquer outro composto de chumbo o causaria, não sendo relevante nesta escala a estrutura  $(\text{CH}_3\text{COO})_2$  enquanto contaminante do solo

bioindicado pela *L. multiflorum*, ficando aqui a observação de que não encontramos pesquisas relacionadas à reação de vegetais com acetatos em geral.

Quanto às diferentes quantidades de acetato de chumbo no solo dos nossos exemplares de azevém, percebemos em nossa pesquisa que as quantidades do contaminante enquanto 0,01 g/l, 0,02 g/l e 0,03 g/l, sendo aplicados 25 ml por vez, não trouxeram grande diferença para o desenvolvimento do azevém, sendo a bioindicação parecida entre todas as diferentes concentrações. Fica aqui como outra hipótese que em relação às quantidades diferentes - principalmente muito mais altas ou muito mais baixas - de acetato de chumbo no solo, a planta pode ter um desenvolvimento acentuadamente diferente em relação às expostas a essas quantidades de poluentes utilizadas em nossa pesquisa.

Visto que muitos indivíduos não apresentaram - ou apresentaram características quase insignificantes - de seres biomonitores, a quantidade de seres vivos utilizados no biomonitoramento é bastante importante, já que um ser sozinho ou um grupo muito pequeno pode apresentar um desenvolvimento não correspondente ao desejado para um biomonitor, além do fato de que se ele for afetado por alguma outra característica do meio não haverá segurança nos resultados obtidos, já que as alterações podem ter ocorrido por diversas outras causas que não a presença do contaminante (o que aliás, é uma fonte de erro relativamente comum em processos de biomonitoramento).

Devido ao fato de que após nossos experimentos a planta se mostrou sensível à presença do acetato de chumbo, podemos concluir que esta é uma boa bioindicadora da presença desse material no solo em períodos curtos de tempo, apresentando sinais indicativos desde poucos dias após o início de seu desenvolvimento pós-germinativo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CERATTI, Silene; ARALDI, Daniele Furian; BROCH, Djulia Taís; COLLING, Alan e NOWICKI, Alexandre. **Produção e qualidade em pastagem hibernal com o uso de azevém (*Lolium multiflorum* L.)**. In: Seminário interinstitucional de Ensino, Pesquisa e Educação UNICRUZ, XVII, 2012, Cruz Alta – Rio Grande do Sul.

KASPARY, T.E.; LAMEGO, F.P.; PAGLIARINI, I.B.; PERUZZO, S.T.; GALLON, M. e RUCHEL, Q. **Características biológicas de biótipos de *Lolium multiflorum* L. suscetível e resistente ao herbicida GLYPHOSATE**. XXVIII Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas na Era da Biotecnologia, Setembro de 2012.

RODRIGUES, Douglas Augusto; AVANZA, Marcel Ferreira Bastos e DIAS, Luís Gustavo Gosuen Gonçalves. **Sobressemeadura e aveia e azevém em pastagens tropicais no inverno**. Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária, nº 16, Janeiro 2011, pág. 2 e 19.

CARNEIRO, Regina Maria Alves. **Bioindicadores vegetais da poluição atmosférica: uma contribuição para a saúde da comunidade**. 2004. Dissertação de Mestrado de Enfermagem em Saúde Pública. Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2004.

KLUMPP, Andreas; KLUMPP, Gabriele; ANSEL, Wolfgang e FOMIN, Anette. **Um novo conceito de monitoramento e comunicação ambiental: A rede europeia para avaliação da qualidade do ar usando plantas bioindicadoras (EuroBionet)**. Brazilian Journal of Botany, nº 24, Dezembro 2001.

FURLAN, Claudia. **O uso de planta como bioindicadores**. Junho de 2008. 58 slides. Disponível em: <[http://felix.ib.usp.br/bib138/bioind\\_claudia.pdf](http://felix.ib.usp.br/bib138/bioind_claudia.pdf)> Acesso em 21/04/2013.

RODRIGUES, Valéria Guimarães Silvestre; FUJIKAWA, Aline; ABESSA, Denis Moledo de Souza; HORTELLANI, Marcos Antonio; SARKIS, Jorge Eduardo Souza e SÍGOLO, Joel Barbujani. **Uso do bivalve límnico *Anodontites tenebricosus* (LEA, 1834) no biomonitoramento de metais do rio Ribeira de Iguape**. Revista Química Nova, v. 35, n. 3, p. 454-459, 2012.

CALLISTO, Marcos; GONÇALVES Jr., José Francisco e MORENO, Pablo. **Invertebrados aquáticos como bioindicadores**. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2005.

POMBO, Leda Cabral Amaral. **Absorção de metais pesados pelo azevém (*Lolium multiflorum*) em dois solos do estado do Rio Grande do Sul.** 1995. Dissertação (Doutorado em Agronomia). Faculdade de Agronomia da UFRGS, Porto Alegre.

POMBO, Leda Cabral Amaral. **Absorção de metais pesados por plantas e métodos de avaliação e disponibilidade de cádmio no solo.** 1992. Dissertação (Doutorado em Ciência do Solo). Faculdade de Agronomia da UFRGS, Porto Alegre.

CETESB. **Chumbo e seus compostos.** 2012. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/laboratorios/fit/chumbo.pdf>. Acesso em 19/10/2013.

SCHIFER, Tiago dos Santos; JUNIOR, Stanislaw Bogusz e MONTANO, Marco Aurélio Echart. **Aspectos toxicológicos do chumbo.** Revista Infarma, v. 17, n. 5/6, p. 67-72, 2005.

MOREIRA, Fátima Ramos e MOREIRA, Josino Costa. **Os efeitos do chumbo para o organismo humano e seu significado para a saúde.** Revista Panam Salud Publica, v. 15, n. 2, p. 119-129, 2004.

BRASIL. **Lei nº 6938, de 31 de agosto de 1981.** Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm). Acesso em 2 de Julho de 2013. Legislação Federal e marginalia.

LIMA, Verônica Ferreira e MERÇON, Fábio. **Metais pesados no ensino da química.** Revista Química Nova, nº 33, Novembro 2011, pág. 199 a 205.

MINISTÉRIOS DA AGRICULTURA, DO DESENVOLVIMENTO RURAL E DAS PESCAS E DO MEIO AMBIENTE. **Portaria 176/96 de 3 de Outubro de 1996. São fixados os valores permitidos para a concentração de metais pesados nos solos receptores de lamas e nas lamas para utilização na agricultura como fertilizantes.** Disponível em [http://aguasdivertidas.cceems.pt/AguasResiduais/ETAR-FS/Portaria\\_176-96.htm](http://aguasdivertidas.cceems.pt/AguasResiduais/ETAR-FS/Portaria_176-96.htm). Acesso em 02/06/2013.

TELES, Maria Lucila Ujvari de. **Acetato de Chumbo.** Abril de 2003.

## ANEXO I



**Figura 2.0:** Vaso com indivíduos com bom desenvolvimento. Foto tirada após a última avaliação do desenvolvimento dos indivíduos de *L. multiflorum* (dia 25/11).



**Figura 2.1:** Vaso com indivíduos com desenvolvimento ruim. Foto tirada após a última avaliação do desenvolvimento dos indivíduos de *L. multiflorum* (dia 25/11).

## ANEXO II



**Figura 3:** Estufa contendo os 10 vasos em seu interior. Foto tirada após a última avaliação do desenvolvimento dos indivíduos de *L. multiflorum* (dia 25/11).