IZABEL ADELINA RIBEIRO

*Teste com raízes de cebola
Para avaliação de toxicidade de
Efluentes industriais*

Dissertação apresentada à Faculdade de Saúde Pública da
Universidade de São Paulo para a obtenção do título de
Mestre em Saúde Pública.

Orientador: Prof. Dr. Samuel Murgel Branco

SÃO PAULO

1997

628.54
29

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

FACULDADE DE SAÚDE PÚBLICA

SERVIÇO DE APRIMORAMENTO

Av. Dr. Arnaldo, 715 - CEP 01255-000 - São Paulo - Brasil

Telefones: (55-11) 3066 7734 - fax (55-11) 3064 7314

**ATA DA SESSÃO PÚBLICA DE ARGUIÇÃO E DEFESA DA DISSERTAÇÃO
APRESENTADA PELA CANDIDATA AO TÍTULO DE "MESTRE EM SAÚDE PÚBLICA"
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO SAÚDE AMBIENTAL - IZABEL ADELINA RIBEIRO.**

Aos dezoito dias do mês de fevereiro de 1998, às 09:30 horas, realizou-se na Sala 03 - térreo - Prof. José Martins de Barros da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, a sessão pública para arguição e defesa da dissertação intitulada **"TESTE COM RAÍZES DE CEBOLA PARA AVALIAÇÃO DE TOXICIDADE DE EFLUENTES INDUSTRIAIS"**, apresentada por **Izabel Adelina Ribeiro**, candidata ao título de **"Mestre em Saúde Pública"** - área de concentração Saúde Ambiental. A Comissão Julgadora foi constituída pelos membros Professor Antonio Eduardo Giansanti - Departamento de Engenharia Civil da Universidade São Francisco; Professor Aristides Almeida Rocha - Departamento de Saúde Ambiental da FSP/USP e Professor Samuel Murgel Branco - Departamento de Saúde Ambiental da FSP/USP (Orientador). A candidata discorreu durante 20 minutos aproximadamente, focalizando os aspectos principais de seu trabalho, as dificuldades metodológicas encontradas e os resultados mais representativos. Durante as arguições, demonstrou segurança sobre as questões que lhe foram formuladas. As questões versaram sobre generalidades, uma vez que aquelas específicas já haviam sido objetos de exames anteriores pelos examinadores, estando o texto formal praticamente isento de erros ou dúvidas eventuais. Assim mesmo, a candidata demonstrou desenvoltura e perfeito conhecimento do tema, não se omitindo em relação a todos os comentários que lhe foram dirigidos. O trabalho foi considerado de grande significado no campo da saúde pública, como método promissor de avaliação qualitativa de recursos hídricos, pela sua simplicidade e baixo custo. Por unanimidade, a Comissão Julgadora considerou a candidata **aprovada**.

São Paulo, 18 de fevereiro de 1998.

Antonio Eduardo Giansanti
Professor Doutor

Aristides Almeida Rocha
Professor Titular

Samuel Murgel Branco
Professor Titular
- orientador -

IZABEL ADELINA RIBEIRO

Teste com raízes de cebola
Para avaliação de toxicidade de
Efluentes industriais

*Dissertação apresentada à Faculdade de
Saúde Pública da Universidade de São Paulo
para a obtenção de título de Mestre em Saúde
Pública.*

Prof. Orientador: Dr. Samuel Murgel Branco.

São Paulo
1997

Agradecimentos

Agradecemos a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, pelo apoio financeiro, sem o qual este trabalho não teria sido realizado.

RIBEIRO, I. A. Teste com raízes de cebola para avaliação de toxicidade de efluentes industriais. São Paulo, 1997. [dissertação de mestrado – Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo].

RESUMO

A cebola comum Allium cepa L. ($2n=16$) devido à sua excelente condição cromossômica, tem sido largamente utilizada como um sistema de testes para se examinar os efeitos citogenéticos causados por diversos compostos químicos em material biológico. Em estudos de monitoramento de riscos ambientais observou-se limitação no crescimento das raízes quando as cebolas são expostas à águas residuárias provenientes de indústrias químicas.

Nesse estudo, nós avaliamos este sistema de testes escolhendo alguns compostos de metais pesados, cujos efeitos em outros sistemas de testes, já se encontram descritos. Além disso, foram estudados vários fatores que poderiam interferir nos resultados tais como: temperatura; luminosidade; qualidade da água e qualidade das cebolas. As concentrações mais baixas empregadas (1,5 mg/l) nos testes, de cádmio e cobre demonstraram alta capacidade inibidora sobre o crescimento das raízes. O zinco apresentou toxicidade moderada a 1,5 mg/l e crescente às concentrações sucessivas mais elevadas. Efluentes industriais, contendo misturas de níquel e sulfatos ou cobre e cianeto, demonstraram-se altamente inibidores às concentrações mais baixas empregadas (0,7%), resultados que demonstram a alta sensibilidade do teste aos sais de metais pesados. Quanto às condições experimentais que levaram a esses resultados, os testes revelaram que não existe influência pronunciada dos fatores luminosidade e temperatura. Quanto à água para controle e diluição, não deve ser de torneira devido ao efeito inibidor do zinco e do cobre. Os resultados foram contraditórios em relação a um possível efeito osmótico da água destilada, sendo conveniente adicionar entre 100 a 250 mg/l de NaCl. A melhor resposta foi obtida com cebolas de origem argentina de 3,5 a 4,0 cm de diâmetro sendo preferível a manutenção das cascas para evitar murchamento.

RIBEIRO, I. A. Teste com raízes de cebola para avaliação de toxicidade de efluentes industriais. São Paulo, 1997. [dissertação de mestrado – Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo].

SUMMARY

The common onion Allium cepa L., due to its excellent chromosome conditions, has been widely used as a test system for examining the cytogenetic effects of several chemical compounds on biological material. It has been observed, in monitoring environmental studies, some growth restriction on Allium roots when they are exposed to wastewater from chemical factories.

In this study, we evaluate this test systems by choosing some hard metals with harmful effects on biological materials has been already described. Furthermore, some factors that could interfere on the results, such as: temperature; light; water quality and onion quality were studied. The lowest concentrations (1.5 mg/l) for cadmium and copper were found to have hard capacity to inhibit root growth. The zinc showed moderate toxicity at 1.5 mg/l and this effect was more evident at increased concentrations. The industrial wastewater that contains mixtures of nickel and sulphate or copper and cyanide inhibited root growth at lower concentrations (0,7%). These results showed that the test system has high sensitivity for hard metals. There was no direct influence of temperature and light on the experiment conditions. With regard to the type of water, tap water should not be used because of inhibition on the root growth caused by zinc and copper. The results contradicted a potential osmotic effect of distilled water, being convenient to add 100 – 250 mg/l of NaCl. The best response was obtained with onions from Argentina with 3,5 – 4.0 cm of diameter being recommended to keep the onion peel for avoiding dryness.

INDICE

1-	Introdução	página 01
2-	Revisão Bibliográfica	04
2.1	As raízes de cebola como um sistema de testes-histórico	10
2.2	O <u>Allium cepa L.</u> – considerações gerais	14
3-	Material e Métodos	16
3.1	Ensaio preliminares	16
3.2	Primeira etapa do trabalho experimental	18
3.2.1	Os experimentos da primeira etapa	20
3.2.1.1	Compostos de metais pesados	20
3.2.1.1.1	Cloreto de cádmio - $\text{CdCl}_2 \cdot 2 \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$	20
3.2.1.1.2	Sulfato de cobre - $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	20
3.2.1.1.3	Sulfato de zinco - $\text{ZnSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$	20
3.2.1.2	Efluentes industriais	21
3.2.1.2.1	Níquel 538 mg/l + sulfatos 860 mg/l	21
3.2.1.2.2	Cobre 760 mg/l + cianeto 860 mg/l	21
3.3	Segunda etapa do trabalho experimental	21
3.3.1	Parâmetros de controle adotados	21
3.3.1.1	Qualidade da cebola – critérios de seleção dos bulbos e proveniência	22
3.3.1.2	Tamanho dos bulbos	22
3.3.1.3	A qualidade da água de controle e diluições	23
3.3.1.4	Temperatura do ambiente	24
3.3.1.5	Luminosidade	24
3.3.2	Comentários Metodológicos	25
3.3.3	Os experimentos da segunda etapa	25

4-	Resultados	28
4.1	Resultados dos ensaios preliminares	28
4.1.1	Sulfato de mercúrio HgSO_4	28
4.1.2	Inseticida	28
4.2	Resultados da primeira etapa	29
4.2.1	Compostos de metais pesados	29
4.2.1.1	Cloreto de cádmio - $\text{CdCl}_2 \cdot 2 \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$	29
4.2.1.2	Sulfato de cobre - $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	31
4.2.1.3	Sulfato de zinco - $\text{ZnSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$	33
4.2.1.4	Resumo dos resultados obtidos – compostos de metais pesados	35
4.2.2	Efluentes industriais	36
4.2.2.1	Níquel 538 mg/l + sulfatos 800 mg/l	36
4.2.2.2	Cobre 760 mg/l + cianeto 860 mg/l	39
4.2.2.3	Resumo dos resultados obtidos com efluentes Industriais	42
4.3	Resultados da segunda etapa	43
4.3.1	Experimento zero	43
4.3.1.1	Resultados obtidos no experimento zero	49
4.3.2	Resultados dos experimentos de números 1, 2 e 3 referentes aos testes com cebolas de diâmetros 1 e 2 respectivamente	51
4.3.2.1	Estatísticas ordenadas por experimento	51
4.3.2.1.1	Experimento 1-diâmetro 2 – realizado de 20 a 25/03/97	51
4.3.2.1.2	Experimento 2-diâmetro 2 – realizado de 04 a 09/04/97	52
4.3.2.1.3	Experimento 3-diâmetro 2 – realizado de 10 a 15/04/97	53
4.3.2.1.4	Experimento 1-diâmetro 1 – realizado de 17 a 22/04/97	54

4.3.2.1.5	Experimento 2-diâmetro 1 – realizado de 25 a 30/04/97	55
4.3.2.1.6	Experimento 3-diâmetro 1 – realizado de 08 a 15/05/97	56
4.3.2.2	Estatísticas ordenadas pelo comprimento médio das raízes por experimento	57
4.2.2.3	Gráficos e fotografias	60
5-	Discussão	69
6-	Conclusões	74
7-	Recomendações	76
8-	Referências bibliográficas	77
	Anexo 1	81

1- INTRODUÇÃO

A importância da água para a manutenção da vida é indiscutível. Porém a crescente interferência, em decorrência das atividades humanas, tem comprometido e em muito a qualidade dos recursos hídricos de que o planeta dispõe.

Dentre os ecossistemas, os aquáticos assumem particular importância pois de um lado, constituem receptáculos temporários ou finais de uma grande variedade e quantidade de poluentes, sejam eles lançados diretamente em corpos d'água ou indiretamente através do ar ou solo (Martins & Monticelli, 1993) e de outro, são fornecedores de elemento de primordial importância à saúde pública e ao bem estar das sociedades que é a água potável. Sua degradação, além de nociva do ponto de vista ecológico, pode ser altamente comprometedora da saúde pública.

O crescente comprometimento da qualidade desse ecossistema, em escala mundial, tem sido causado não só pelo acesso de esgotos domésticos e municipais, como pela imensa variedade de resíduos químicos e orgânicos provenientes de descartes industriais, agrícolas e domésticos e perfazem extensa gama de substâncias potencialmente tóxicas (Rand & Petrocelli, 1985).

A lista de contaminantes químicos possíveis na água inclui todos os compostos tóxicos que são produzidos ou extraídos, inclusive metais pesados cujos traços são encontrados em estado natural. Manchas de óleo vão se tornando mais frequentes à medida que as demandas de energia exigem transporte de mais petróleo. Sais, especialmente cloretos, e produtos empregados na agricultura são dissolvidos na terra pela irrigação, descarregados no esgoto doméstico e escoados das instalações industriais.

Resíduos líquidos despejados das operações industriais são muitas vezes os que causam maiores danos ao ambiente natural e às suas populações representando risco potencial à saúde humana. A natureza de seus poluentes pode variar muito de indústria para

indústria, mas em quase todos os casos, os problemas são causados por uma ou mais condições associadas (Laws, 1993).

Nas últimas três décadas, o crescimento industrial brasileiro teve grande incremento e embora tenha permitido um avanço econômico, também contribuiu para o desencadear de sérios problemas ambientais. Problemas que têm sido ainda mais agravados pela inexistência de uma inspeção efetiva e de ações regulamentadoras por parte das agências governamentais (Alonso & Blum, 1989).

As indústrias, não só necessitam de água como matéria-prima para a grande maioria de seus processos produtivos, como também utilizam-se deste recurso para escoar e diluir os resíduos que produzem. Para cada quilo de papel produzido, utilizam-se até 500 litros de água (Martins & Monticelli, 1993).

Ao que se refere à poluição das águas pelo uso indiscriminado de pesticidas, Alonso & Blum (1989), indicam algumas cifras tais como: região Sudeste do Brasil, no ano de 1983, somam 48.802 toneladas. Considerando-se todas as regiões brasileiras, a cifra salta para 105.474 toneladas.

Assim, a necessidade por água é crescente tanto para uso industrial quanto potável e devido não somente à própria demanda aumentada mas, também, devido ao uso inadequado deste recurso. Sendo assim, torna-se cada vez necessário o desenvolvimento de tecnologias capazes de avaliar os efeitos deletérios ambientais causados pelas cargas poluidoras.

Duas alternativas têm sido utilizadas para a avaliação e o controle dos agentes tóxicos presentes nos despejos. Através da análise de substâncias específicas cujos padrões numéricos estão estabelecidos na legislação em vigor ou ainda, através de controle do efluente como um todo por intermédio de testes biológicos de toxicidade.

Vale ressaltar que, se de um lado, o controle analítico possui vantagens como identificar substâncias com características específicas e assim controlá-las diretamente, de outro nos deparamos com a impossibilidade prática de identificar todas as substâncias tóxicas dos despejos de natureza química complexa (CETESB; 1990). Além disso, os métodos analíticos não permitem observar efeitos sinérgicos e antagônicos que ocorrem, no corpo receptor, entre os diversos componentes químicos analisados.

Testes com a utilização de cebolas, pertencem a um outro ramo de pesquisa, o qual objetiva desenvolver testes de toxicidade com empregos de plantas terrestres. Na Suécia, o emprego desses testes tem sido recomendado na avaliação de riscos ambientais por agentes químicos desde 1989. O teste com cebolas, por sua vez, tem sido recomendado para verificação preliminar do nível de toxicidade de misturas complexas pela National Swedish Environmental Protection Board (Fiskesjö, 1993a).

O presente trabalho tem por objetivo testar a hipótese de que o emprego de cebolas em testes de toxicidade possa ser considerado como uma indicação preliminar e advertência de que um dado efluente constitua um risco à saúde pública e ao ambiente natural, com vistas a desenvolver uma tecnologia que possa ser de grande valia ao Brasil, justamente por ser simples e de fácil utilização independentemente da existência ou não de maiores recursos laboratoriais.

2- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para Branco (1989a), a cidade constitui o destino final dos produtos de áreas, externas, florestais, agropecuárias, marinhas ou de mineração, que são continuamente exploradas e que processados, através da atividade industrial, comercial ou biológica, geram subprodutos residuais. Esse fluxo unidirecional de matérias-primas minerais e orgânicas sobrecarrega os sistemas finais de decomposição em um processo convencionalmente denominado de poluição.

Uma vez modificado, o ecossistema responderá ao “stress” através do ajustamento do equilíbrio dinâmico que existe entre seus componentes permitindo uma resposta compensatória às flutuações normais de fatores físico-químicos e biológicos. Porém, o ajuste dessas flutuações dependerá da natureza e da extensão da mudança, podendo o sistema estabelecer um novo equilíbrio ou restabelecer o anterior (Pereira et. col., 1987).

Para se prever ou controlar as perturbações ambientais em decorrência do lançamento contínuo de produtos tóxicos é de fundamental importância monitorar o ecossistema, para que tais mudanças sejam detectadas antes de atingirem condições irreversíveis (Pereira et. col., 1987).

Duas maneiras têm sido normalmente utilizadas para avaliação dos efeitos ecológicos e sanitários de resíduos industriais sobre corpos receptores: uma delas através do controle de substâncias específicas e a outra mediante a realização de testes de toxicidade através de bioensaios (Goldstein, 1988).

Branco, (1989b) salienta que, desde o início do século, os esforços dos sanitaristas são dirigidos no sentido de se desenvolver métodos que chama de “sintéticos”, em lugar dos custosos métodos analíticos ou em complementação aos mesmos.

Assim, a grande virtude da introdução da DBO, (Demanda Bioquímica de Oxigênio), como parâmetro significativo dos efeitos produzidos pelo lançamento de cargas orgânicas a um rio (em lugar da exaustiva análise de todos os compostos orgânicos biodegradáveis que poderiam provocar consumo de oxigênio) ou do NMP (Número Máximo Provável) de coliformes (em vez da identificação de todos os patogênicos possíveis), decorre da sua simplicidade e universalidade, além de refletir diretamente os efeitos finais desses poluentes e não efeitos potenciais. Segundo o autor, o desenvolvimento de métodos de ensaio biológico representa, com relação aos efeitos tóxicos, as mesmas vantagens de constituírem processos sintéticos, representativos da toxicidade final das águas (Branco, 1989b).

O controle de efluentes líquidos através de substâncias específicas está sendo realizado no Brasil a partir das determinações estabelecidas pela legislação em vigor. Na resolução CONAMA N^o 20 de 18/06/1986, em seu artigo 21, estão especificadas as substâncias para as quais foram estabelecidos os padrões numéricos de emissão (CETESB, 1992).

Entende-se por efluente os líquidos finais de qualquer sistema de drenagem, indústria, cidade ou estação de tratamento de águas ou esgotos.

Porém, dada a complexidade de composição dos resíduos industriais, torna-se cada vez mais difícil e onerosa a avaliação das propriedades tóxicas de efluentes através de processos analíticos (Branco & Pivelli, 1993). Além de se tratar de análises dispendiosas, discutem-se ainda outras limitações como, a de que, mesmo identificando todas as substâncias tóxicas dos despejos de natureza química, fica inviável o seu controle através de padrões de emissão para cada uma delas. Ou ainda, a impossibilidade que se coloca, de modo geral, de se determinar a susceptibilidade biológica aos agentes tóxicos.

Goldstein, et. col., (1993) referem-se ainda, à necessidade de estudos de dispersão de efluentes. Ou seja, não só os padrões de emissão dos poluentes, ditados pela lei em

vigor, devem ser considerados, como também as condições físicas e hidrológicas de lançamento.

Como as interações entre os agentes tóxicos podem ser levadas em conta no cenário das diretrizes para manutenção da qualidade da água, ainda é um problema sem solução. Segundo Laws, (1993) é muito difícil estimar a toxicidade de uma solução contendo mais que uma substância tóxica. De qualquer forma, tendo-se em vista o fato bem conhecido de que o efeito final não é uma mera somatória dos efeitos tóxicos parciais, podendo ocorrer potencializações (sinergismos) ou atenuações (antagonismos), conforme o caso, os métodos analíticos são de valor limitado na sua avaliação.

Os testes biológicos de toxicidade, por sua vez, consistem basicamente em expor os organismos aquáticos representativos do ambiente a várias concentrações de uma ou mais substâncias, ou a fatores ambientais, durante um determinado período de tempo.

A utilização de organismos aquáticos de sensibilidade conhecida a diferentes produtos químicos, ainda é pouco usada no Brasil, uma vez que as autoridades ambientais não criaram leis que regulamentem a sua aplicação, muito embora exista um grande esforço de pesquisa nacional, com resultados muito satisfatórios, o que por si só justificaria a oficialização de tais métodos no País (Branco, 1960); (Pereira et col., 1987); (Sáfadi, 1993).

Os primeiros ensaios biológicos no Brasil, para avaliação da toxicidade de zinco e cobre em peixes, foram realizados por Branco (1960), no Laboratório Central do antigo Departamento de Água e Esgotos.

Há cerca de 20 anos os bioensaios eram considerados sinônimo de teste de toxicidade, porém, mais recentemente, alguns autores têm diferenciado esses termos. Rand & Petrocelli, (1985), consideram que os testes de toxicidade avaliam a concentração de uma substância e a duração da exposição necessária para produzir um determinado efeito, enquanto que os bioensaios determinam a força de um produto químico a partir do grau de

resposta observado nos organismos teste. Bioensaio é ainda definido como sendo um teste para avaliar a potência relativa de uma substância química através da comparação de seus efeitos sobre um organismo vivo com uma preparação padrão (Rand & Petrocelli, 1985).

Os bioensaios são procedimentos frequentemente usados pela indústria farmacêutica para avaliar a potência de vitaminas e outros compostos farmacologicamente ativos (Rand & Petrocelli, 1985). Há muito, também, eles vêm sendo utilizados como um instrumento no controle da poluição das águas e sua importância cresce à medida que se reconhece seu valor e a possibilidade de sua utilização em diversos tipos de estudos (Pereira et col., 1987).

Vários tipos de bioensaios podem ser realizados para atender diversos propósitos, como por exemplo, avaliar a toxicidade de um efluente líquido industrial como um todo, toxicidade essa proveniente das interações entre as diversas substâncias presentes nesse efluente (Pereira et col., 1987).

Pode-se estudar os efeitos tóxicos agudo e crônico de efluentes assim como, agentes físicos e químicos sobre os organismos. Em geral, o efeito agudo cessa após quatro dias. O teste realizado durante esse período pode ser estático, de fluxo contínuo ou com renovação periódica da solução. Quanto aos efeitos da substância-teste sobre os organismos, estes podem ser medidos através das respostas dos organismos, avaliando-se, desse modo, os efeitos letais e subletais de um determinado contaminante ambiental (Rand & Petrocelli, 1985).

Em ensaios biológicos a curto prazo, determina-se a concentração letal a 50 % ou CL 50 dos organismos, em um determinado período de exposição, isto é, em 24 horas, 48 horas, 72 horas e 96 horas. As alterações específicas ou efeitos sub-letais como perda do equilíbrio, paralisia ou deformidades é expressa como concentração efetiva ou CE 50. (Rand & Petrocelli, 1985).

Os bioensaios são atualmente realizados pelo método padronizado pela (ISO, 1975; APHA, 1975; EPA, 1975), e possibilitam que se tenha uma indicação, dentro de uma

ordem de grandeza da concentração letal de uma dada substância a peixes, por exemplo, comparar a toxicidade aguda de diferentes substâncias e colocá-las em ordem relativa (Pereira et. col., 1987).

O rápido desenvolvimento dos testes de toxicidade deu origem a uma nova ciência denominada toxicologia aquática, a qual é definida por Rand & Petrocelli, (1985) como o estudo qualitativo e quantitativo dos efeitos tóxicos ou adversos de substâncias químicas e outros materiais antropogênicos ou xenobióticos sobre os organismos aquáticos. Esta nova ciência engloba ainda, o estudo do transporte, distribuição e destino final dessas substâncias no ambiente aquático.

A toxicidade por sua vez, é uma propriedade inerente ao agente químico que produz efeitos danosos a um organismo quando este é exposto, durante um certo tempo, a determinadas concentrações (Bergman et col., 1986). Assim, a toxicidade de um produto é função de sua concentração e da duração da exposição. Sob este aspecto qualquer substância pode ser considerada potencialmente tóxica aos seres vivos.

A realização de bioensaios envolve, contudo, o controle de vários parâmetros, havendo necessidade de se dispor de substâncias-teste, bem como a disponibilidade de um número suficiente de organismos e uma alimentação adequada (Pereira et. col., 1987).

Não menos importante, é a necessidade de que os organismos vivos escolhidos para os testes tenham um significado ecológico bem definido. Nesse sentido, normalmente são realizados testes com três organismos, pertencentes a diferentes níveis tróficos do ambiente aquático. Assim podem fazer parte de uma bateria de testes um representante dos produtores primários, representados por espécies de algas como a Chlorella vulgaris; um representante dos consumidores primários, isto é microcrustáceos como a Daphnia similis e por último um consumidor secundário, sendo representado por um peixe como Cheirodon notomelas (CETESB, 1990).

Para Branco, (1986), os efeitos tóxicos causados pelos compostos inorgânicos e também orgânicos de metais pesados sobre a flora e a fauna, especialmente peixes, são atualmente, bem conhecidos. Os primeiros podem estar presentes em muitos despejos industriais, como também em águas procedentes de minas ou ainda resultantes de várias atividades humanas, como a pulverização de sulfato de cobre nas plantações para preveni-las de parasitas.

Porém, é extremamente difícil a compreensão das relações entre substâncias tóxicas e organismos aquáticos. Tais organismos, em geral, não são intoxicados pela ingestão mas por um contato prolongado ou permanente com essas substâncias em baixas concentrações. Além disso, a complexidade da relação entre o organismo e o tóxico é devida ao fato de que a substância tóxica não exerce sobre o organismo uma ação isolada, mas sujeita à influência de diversos fatores físicos e químicos que podem acentuar ou neutralizar os efeitos deletérios (Branco, 1975).

Branco observou, por exemplo, que a toxicidade do zinco e do cobre sobre peixes é muito aumentada por efeito da agitação da água, que possibilita os choques das partículas coloidais do muco das brânquias acelerando sua coagulação e conduzindo os animais à morte, por asfixia (Branco, 1960).

Algumas substâncias tóxicas podem se acumular nos organismos aquáticos e, por esse processo, se tornarem cada vez mais concentradas através das cadeias alimentares. Estão nesse caso alguns metais, como mercúrio, compostos orgânicos sintéticos e alguns pesticidas. O mercúrio, por exemplo, na forma orgânica de metil mercúrio é muito mais prejudicial como contaminante do meio do que na forma mineral. Isto porque, enquanto nesta última forma o mercúrio pode ser eliminado metabolicamente em poucas semanas, na forma orgânica, pelo contrário, pode perdurar por muitos anos (Branco, 1975).

Assim, embora a toxicidade dos íons metálicos seja evidentemente complexa, certos metais induzem maiores danos aos organismos do que outros. Para muitos peixes,

experiências revelam a seguinte ordem decrescente de toxicidade: mercúrio, cobre, zinco, cádmio, etc. (Branco, 1986).

Muito embora, o emprego de testes de toxicidade tenha a propriedade de estimar com maior segurança o impacto de um dado efluente num corpo receptor, existem algumas dificuldades, as quais tornam restrito ou problemático o uso de tais metodologias. Em geral, a criação ou cultivo dos animais ou algas a serem utilizados constituem dificuldade inicial. Além disso, a morosidade na obtenção de resultados e a dificuldade de se obter um grande número de repetições de molde a conseguir resultados com significado estatístico confiável constituem outros tantos óbices.

Assim, existe um grande esforço no desenvolvimento de testes de toxicidade com a utilização de plantas. É o caso da cebola comum, Allium cepa L. (2n=16), que primeiramente foi utilizada para a verificação dos efeitos citológicos de produtos químicos e posteriormente para a utilização em testes de monitoramento ambiental (Fiskesjö, 1985b). Wang et col., (1997) referem-se ao crescente interesse de pesquisadores em desenvolver ensaios de toxicidade em plantas.

2.1- AS RAÍZES DE CEBOLA COMO UM SISTEMA DE TESTES - **HISTÓRICO**

As raízes de cebola sempre constituíram um material de larga utilização em observações citológicas e testes de laboratório, seja pela velocidade de crescimento e multiplicação de suas células, seja pela facilidade de observação de seus cromossomas nas fases de divisão celular.

Este sistema de testes foi introduzido por Levan em 1938 que se utilizou desse material para observação de efeitos citogenéticos causados por certas substâncias como a colchicina e, desde então, tem sido utilizado e aperfeiçoado por vários pesquisadores.

Na Universidade de Lund, Suécia, Gereid Fiskesjö, geneticista, demonstrou que o crescimento das raízes de cebola em um copo com água que normalmente pode ser medido em centímetros por dia é inibido pela presença de substâncias tóxicas dissolvidas, tais como metais pesados e outras substâncias cujos efeitos tóxicos são de difícil avaliação por processos analíticos (Fiskesjö, 1993b).

Fiskesjö (1969; 1974) observou os efeitos citogenéticos causados nas raízes por diversos compostos químicos, dentre eles um fungicida cujo princípio ativo provém de compostos orgânicos de mercúrio. O procedimento do teste implicava contudo, em cultivar, primeiramente as cebolas em água de torneira até que as raízes atingissem o comprimento de 2,0 a 3,0 centímetros e posteriormente expô-las às soluções a serem testadas.

Em testes de toxicidade aguda, os metais que conferiram maiores restrições ao crescimento das raízes foram: $Cu > Pb > Zn$ (Arambasic, 1995). Compostos halogenados de mercúrio foram testados com o MMC (Methyl Mercury Chloride) em Fiskesjö, (1969) onde foram observadas alterações cromossômicas com diferentes concentrações.

No Simpósio “Avaliação de Riscos Genéticos de Contaminantes Ambientais”, na Suécia, em 1972, o sistema de testes com a utilização de cebolas foi recomendado entre uma bateria de testes por possuir vantagens como: baixo custo, rápida duração, facilidade de manipulação do material utilizado, excelentes condições de observações cromossômicas. Por isso, foi reconhecido em 1973 pela Royal Swedish Academy of Sciences (Fiskesjö, 1979).

Fiskesjö (1979) cultivou os bulbos diretamente nos líquidos-teste, isto é, sem prévio crescimento das raízes em água observando os resultados após poucos dias. Outrossim, diversos compostos químicos conhecidos como mercúrio e selênio foram testados em

várias concentrações cujos efeitos citogenéticos foram observados assim como efeitos macroscópicos na forma irregular das raízes.

Essa modificação originou um método conveniente para avaliação dos efeitos biológicos pela presença de cobre em águas de abastecimento, onde houve restrição no crescimento das raízes já na concentração de 0,05 mg Cu/l, concentração recomendada como desejável pela Organização Mundial da Saúde (1971), (Fiskesjö, 1981a). Várias outras substâncias também foram testadas por Fiskesjö, (1981b) e seus efeitos deletérios foram comparados com outros sistemas de testes.

Em Fiskesjö (1983) os efeitos danosos de compostos de alumínio são observados. O teste é realizado de acordo com a nova metodologia e dentre os efeitos macroscópicos são observados vários graus de inibição do crescimento longitudinal das raízes. Entre as observações microscópicas, os tratamentos induziram efeitos danosos gerais nos cromossomas e um efeito singular foi observado nos nucléolos das células das raízes.

Este novo procedimento foi estendido para monitoramento de águas naturais. Os bulbos foram expostos em amostras coletadas de 1975 a 1983 ao longo do rio Braan, abaixo da suposta fonte poluidora, a indústria BT Kemi AB, localizada ao sul da Suécia. A fábrica produzia principalmente herbicidas, possibilitando uma contaminação por ácidos fenol-acéticos e fenóis.

Os resultados destes testes foram aceitos como evidência por um tribunal local que determinou o fechamento da mesma em 1977. A qualidade da água, abaixo da fonte poluidora, foi sendo restaurada com o decorrer do tempo o que foi igualmente detectado pelo crescimento normal das raízes da planta (Fiskesjö, 1985a).

Em Fiskesjö (1985b) várias áreas de aplicação do teste são sugeridas, como controle de água potável, investigação de águas naturais, teste em misturas complexas.

No mesmo artigo, encontram-se descritos todos os parâmetros metodológicos do teste desenvolvido para monitoramento ambiental. Assim sendo, os bulbos devem ser escolhidos a partir de uma população de bulbos de cebola comum, espécie Allium cepa L., $2n=16$, descascados e equalizados na dimensão de 1,5 a 2,0 centímetros de diâmetro. Cada série de teste consiste de cultivo direto, sem germinação prévia das raízes. De 12 bulbos utilizados para cada concentração dos líquidos-teste, 2 serão descartados. O material é montado em tubos de vidro comuns com 1,5 centímetros de diâmetro e 10 cm de comprimento.

Quanto à qualidade da água para o controle e as diluições é recomendada água de torneira, porém que apresente um limite de 50 – 70 mg/L de Ca + Mg e que esteja livre de íons cobre, o qual é especialmente deletério às raízes.

O tempo de cultivo recomendado para tomada de parâmetros macroscópicos, como o comprimento das raízes, é de 48 a 72 horas em condição ambiente. Quanto ao sistema de exposição dos bulbos, a metodologia descreve duas possibilidades isto é, os líquidos-teste serem trocados a cada dia ou então repondo somente as perdas durante o período de cultivo.

Os bulbos podem ser descascados porém neste caso devem ser mantidos em contato com água para que não se desidratem. Atenção adicional deve ser dada também em relação ao anel primordial das raízes que não deve ser danificado.

Valores de pH muito extremos também podem determinar efeitos biológicos deletérios. Assim recomenda-se que os líquidos-teste apresentem pH próximo do neutro (Fiskesjö, 1993c). Em Fiskesjö (1985b) são descritos resultados experimentais em que não houve restrição no crescimento de raízes em soluções cujo intervalo de pH era de 3,5 a 11,0.

O grau de toxicidade diante de determinado tratamento é avaliado mediante o valor médio de crescimento dos 10 bulbos utilizados para cada série, e deste modo, curvas de efeito-concentração podem ser plotadas (Fiskesjö, 1985b; 1993 a).

Quanto à tomada de resultados, em Fiskesjö (1993b) se faz referência à medida do comprimento médio de cada feixe, ignorando as raízes excepcionalmente curtas ou longas. Pode-se, ainda, computar os comprimentos individuais das raízes de cada feixe, atentando a que, nesse caso, a média aritmética pode apresentar um valor menor.

Outros parâmetros macroscópicos, ainda em testes para verificação de toxicidade ambiental, como alteração nas pontas das raízes, mudança de cor nos líquidos testados, ou também o formato das raízes (Fiskesjö, 1985b, 1993c, 1994). As raízes modificadas podem apresentar a forma de uma espiral ou ainda a forma de um gancho (Fiskesjö, 1993b).

Os testes podem ser montados à temperatura ambiente ou temperatura ao redor de 20 graus Celsius e o material deve estar protegido contra luz natural direta. O período de cultivo indicado é de 48 a 72 horas, porém se as diferenças entre os vários tratamentos e o controle ainda não forem bastante nítidas, o teste pode ser prolongado (Fiskesjö, 1993b).

2.2- O *Allium cepa* L. – CONSIDERAÇÕES GERAIS

A cebola comum ou espécie botânica *Allium cepa* L. pertence à família botânica Liliaceae ou Alliaceae, sendo da classe Alliaceae. Originária do centro da Ásia, atingiu a Pérsia de onde se irradiou para a África e por todo o continente europeu. Do velho mundo, foi trazida para as Américas pelos primeiros colonizadores.

É planta anual, para produção de bulbos, e bienal, para produção de sementes. Segundo descrição de Canecchio (1987), a cebola comum possui bulbo tunicado, concêntrico, formado pela bainha de folhas, que se tornam carnosas e bem suculentas, sobreponde-se umas às outras e recobertas, exteriormente, por escamas secas, de coloração amarela, roxa ou branca, segundo a variedade.

A cebola contém 87,5 % de água e apresenta a seguinte composição por 100 g de material fresco: 1,4 mg de proteína; 32 mg de cálcio; 20 U.I. de vitamina A; 12 mg de ácido ascórbico; 0,12 mg de vitamina G; 0,03 mg de vitamina B1 e 0,1 mg de niacina.

No Brasil são cultivadas várias variedades desde o nordeste até o extremo sul do país, sendo essas variedades, definidas em função do tempo de formação dos bulbos e de suas colorações externas.

O mercado paulistano é abastecido por cebolas de várias variedades cultivadas no Brasil e provenientes de várias regiões. Além disso, cebolas de proveniência argentina também são oferecidas no mercado em um determinado período do ano. Na fase referente aos primeiros ensaios do presente trabalho, encontravam-se no mercado, cebolas de proveniência pernambucana. Essa variedade, desenvolvida por pesquisadores pernambucanos e denominada “Pera Ipa 1” e “Pera Ipa 2” apresentam película externa amarelo palha e os bulbos são piriformes.

3- MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado em duas etapas: a primeira com o objetivo de, empregando a metodologia descrita na bibliografia, testar alguns compostos tóxicos, em diversas concentrações, a fim de verificar a sua aplicabilidade em condições brasileiras.

A segunda etapa foi decorrente da observação de que existem vários fatores aleatórios que dificultaram a realização dos primeiros experimentos e que mereciam ser pesquisados em separado, a fim de adaptar os testes às nossas condições, eliminar dúvidas sobre os resultados obtidos e principalmente, estabelecer condições uniformes de experimentação.

Antes porém, de dar início às etapas citadas acima, alguns ensaios preliminares foram realizados, para se observar o comportamento das cebolas de um modo geral, e de entrar em contato com as primeiras dificuldades referentes à aplicação dos testes.

3.1 ENSAIOS PRELIMINARES

As primeiras dificuldades que surgiram foram as de ordem prática como o tamanho das cebolas e de como elas seriam dispostas nos líquidos para o cultivo. Alguns testes foram feitos com cebolas comercialmente referenciadas como grandes, com mais de 8,0 centímetros de diâmetro, as quais foi possível adaptar em copos béquer com capacidade para 250 ml. Outras de tipo médio que variavam de 6,0 a 7,0 cm de diâmetro foram adaptadas em copos comuns de capacidade para 120 ml.

Verificou-se que havia muitas variedades de cebolas comercializadas em épocas diferentes do ano, disponíveis nos mercados conforme as safras, e que provinham de muitas

regiões do país. As variedades de produção nacional e disponíveis no mercado, durante os primeiros ensaios, caracterizavam-se por apresentarem uma coloração externa que ia do branco ao amarelo. Contudo, em geral, pode-se encontrar no mercado paulista, cebolas cultivadas no país, a partir do segundo semestre do ano até meados de fevereiro do ano seguinte.

Cebolas provenientes da Argentina, e como tal conhecidas, são também comercializadas. Estas começam a chegar ao Brasil mais ou menos no mês de fevereiro indo até meados de julho. Esta variedade possui coloração externa avermelhada, apresentam folhas mais carnosas e são mais suculentas.

Quanto à qualidade da água para o controle e as diluições, a literatura indica água de torneira. Contudo, neste caso, não há garantias de que esta água esteja isenta de íons metálicos presentes nos canos, como zinco ou ferro (de canos galvanizados), além de compostos empregados no próprio tratamento da água como: cloro, ferro, alumínio ou cobre, os quais poderiam influenciar nos resultados. Assim, nessa fase utilizou-se de água proveniente de poço artesiano porém antes de ser submetida a tratamentos químicos.

Todas as cebolas eram previamente lavadas em água corrente. Contudo, foram realizadas algumas experiências onde as folhas secas eram removidas, porém, nesse caso, os bulbos tornavam-se ressequidos após um ou dois dias de cultivo, muito embora as cebolas estivessem fora do alcance de incidência de luz solar. Quanto ao tempo de cultivo, as observações eram feitas após 4 ou 5 dias de cultivo em temperatura ambiente.

Ao longo do período que se estendeu de janeiro a março de 1996, tanto cebolas nacionais quanto argentinas foram testadas observando-se comportamentos diferenciados. Isto é, As primeiras, quando cultivadas, apresentavam raízes mais tênues, cujos comprimentos eram menos expressivos. Além disso, em alguns casos, observou-se o desenvolvimento de fungos nas partes expostas às águas de cultivo.

Quanto às cebolas de origem argentina, suas raízes apresentavam um crescimento mais acentuado e em menor tempo de cultivo.

Entre as substâncias testadas estão o sulfato de mercúrio (HgSO_4) e alguns inseticidas (descritos conforme *Manual of Pesticides*, 9ª edição) :

Parathyon methyl. Inseticida e acaricida organofosforado, não sistêmico e inibidor da enzima colinesterase. Nome químico *0,0-dimethyl 0-4-nitrophenyl phosphorothioate* (Pesticide Manual). Medidas especiais de controle na Hungria. Banido do Japão. No Brasil autorizado em partes aéreas de cereais, frutas em geral, hortaliças e outros (Zambrone, 1986). Concentração: (0,5%).

Methamidophos. Inseticida organofosforado, sistêmico, inibidor da enzima colinesterase. Nome químico (IUPAC) *0,S-dimethyl phosphoramidothioate* (Manual pesticide). Concentração: (0,5%).

Chorpyrifos. Inseticida organofosforado, inibidor da enzima colinesterase. Nome químico (IUPAC) *0,0-diethyl 0-3,5,6-trichloro-2-pyridyl phosphorothiate* (Manual - pesticide). Concentração: (0,5%).

3.2 PRIMEIRA ETAPA DO TRABALHO EXPERIMENTAL

A primeira etapa foi realizada procurando seguir a metodologia citada na bibliografia. Entretanto, em decorrência das dificuldades enfrentadas por ocasião dos primeiros ensaios, algumas adaptações tiveram que ser feitas.

Assim, os testes foram realizados com amostras de bulbos de cebolas comum, Allium cepa L. (2n=16); de proveniência argentina de tamanho comercialmente conhecido como médio, isto é de 6,5 a 7,0 centímetros de diâmetro, selecionados através de um gabarito; uniformes e provenientes de vários estabelecimentos comerciais. Esse diâmetro foi o que demonstrou melhor uniformidade no tamanho e adaptável aos copos de vidro de capacidade de 120 ml. O material, quando necessário, foi estocado em geladeira à temperaturas de 5 a 10 graus Celsius. Nesse caso, porém, eram retirados e mantidos à temperatura ambiente pelo menos 5 horas antes das montagens.

O gabarito utilizado para seleção dos bulbos - anexo 1, figura 2- possuía dois diâmetros: 7,0 cm e 6,5 cm assim, os bulbos que passavam em 7,0 cm e eram retidos em 6,5 cm eram utilizados. Além do tamanho era também avaliado o aspecto externo geral de cada bulbo.

Os experimentos foram montados em condição ambiente, distantes da incidência direta de luz solar. O período de cultivo foi 4 a 5 dias. Quanto à qualidade da água para o controle e diluições, era isenta de tratamentos químicos e provinha de um poço artesiano localizado na Faculdade de Engenharia Industrial em São Bernardo do Campo.

Para cada série eram utilizados 12 bulbos, dos quais 2 eram posteriormente descartados no final da experiência, isto é, os bulbos que apresentavam raízes excessivamente longas ou demasiadamente curtas. A tomada de resultados foi feita utilizando-se régua milimetrada, sendo medidas todas as raízes de cada bulbo e, posteriormente, calculando-se o comprimento médio para efeito estatístico.

Para esta etapa procurou-se selecionar compostos de metais pesados por serem classicamente utilizados em outros sistemas de testes e cujos efeitos tóxicos se encontram descritos na literatura.

Além disso, com o objetivo de se estender a metodologia, foram testados dois efluentes industriais que se encontravam estocados no Laboratório de Saúde Ambiental, cujas composições químicas são conhecidas, (Laudo 95027 de 26/10/95).

3.2.1 Os Experimentos da Primeira Etapa

3.2.1.1 Compostos de Metais Pesados:

3.2.1.1.1 Cloreto de Cádmio $\text{CdCl}_2 \cdot 2 \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$

CONCENTRAÇÕES: **1** = controle; **2** = (25mg/l); **3** = (10mg/l); **4** = (5mg/l);
5 = (2,5mg/l).

3.2.1.1.2 Sulfato de Cobre – $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$

CONCENTRAÇÕES: **1** = controle; **2** = (25mg/l); **3** = (10mg/l); **4** = (5mg/l);
5 = (2,5mg/l); **6** = (1,5mg/l).

3.2.1.1.3 Sulfato de Zinco – $\text{ZnSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$

CONCENTRAÇÕES: **1** = controle; **2** = (25mg/l); **3** = (10mg/l); **4** = (5mg/l);
5 = (2,5mg/l); **6** = (1,5mg/l).

3.2.1.2 Efluentes Industriais:

3.2.1.2.1 Níquel 538mg/l + Sulfatos 800mg/l

CONCENTRAÇÕES: **1** = controle; **2** = (100%); **3** = (50%); **4** = (17%);
 5 = (6,7%); **6** = (3,3%); **7** = (1,7%); **8** = (0,7%);

3.2.1.2.2 Cobre 760mg/l + Cianeto 800mg/l

CONCENTRAÇÕES: **1** = controle; **2** = (100%); **3** = (50%); **4** = (17%);
 5 = (6,7%); **6** = (3,3%); **7** = (1,7%); **8** = (0,7%)
 9 = (0,33%).

3.3 SEGUNDA ETAPA DO TRABALHO EXPERIMENTAL

A Segunda etapa do trabalho experimental foi elaborada com vistas a desenvolver uma metodologia confiável adequada às condições de nosso ambiente e de fácil realização. Assim, os experimentos dessa etapa foram desenhados para que os vários fatores possíveis de interferir nos resultados fossem estudados separadamente.

3.3.1 Parâmetros de Controle Adotados:

3.3.1.1 Qualidade da Cebola - Critérios de Seleção dos Bulbos e Proveniência

O aspecto externo da cebola, como também o estado natural do bulbo e de sua conservação, foram considerados como parâmetros de qualidade importantes porque tais características poderiam gerar comprometimento dos resultados. Assim, as cebolas foram selecionadas mediante análise de suas condições externas gerais, sendo que as de melhor aspecto eram escolhidas.

Verificou-se para tanto, a quantidade e a continuidade de folhas mortas que envolviam o bulbo. Se o mesmo apresentava algum tipo de trauma; além disso, eram descartados os bulbos que apresentassem alguma deformidade natural. Uma vez selecionados, os bulbos eram lavados em água corrente, e deixados para secar naturalmente. Se porventura apresentassem raízes mortas estas eram retiradas com uso de tesoura.

As cebolas utilizadas nessa fase eram importadas da Argentina, e denominadas comercialmente como *cebola argentina*. A razão para tanto, foi a disponibilidade das mesmas no mercado, (exclusiva no período de fevereiro a julho) além de apresentarem melhor qualidade e maior uniformidade em relação ao tamanho.

3.3.1.2 Tamanho dos Bulbos

O tamanho dos bulbos das cebolas foi considerado um fator importante durante a pesquisa. Levantou-se a hipótese inicial de que este parâmetro pudesse interferir no

crescimento das raízes. Para tanto, dois diâmetros diferentes foram testados e selecionados através de gabarito - Anexo 1, Figuras 1 e 2 - isto é, um tamanho considerado comercialmente como pequeno, de 3,5 a 4,0 centímetros de diâmetro, e outro, considerado como médio, que obedecia às medidas de 6,5 a 7,0 centímetros. Assim, eram selecionados os bulbos que eram retidos nas dimensões maiores mas que passavam pelas menores, respectivamente.

3.3.1.3 A Qualidade da Água de Controle e Diluições

A qualidade da água para o controle e diluições foi considerada um parâmetro importante pois, independentemente das características químicas próprias buscou-se eliminar a presença de possíveis agentes inibidores ou tóxicos que poderiam comprometer nos resultados dos experimentos. Sendo assim, nem a água de torneira, nem mesmo aquela proveniente de um poço artesiano atenderiam a um padrão uniforme, uma vez que ambas estariam sujeitas a grande variabilidade de composição derivada de sua origem, tratamento e transporte.

Por outro lado, o emprego da água destilada, muito embora, beneficiasse em muito o estabelecimento de uma condição padrão, poderia interferir nos resultados devido ao seu baixo valor osmótico, o qual poderia causar excessiva turgescência das células das raízes, alterando a sua fisiologia e capacidade de absorção. Para testar este efeito osmótico, várias concentrações salinas foram utilizadas em lugar do emprego de água destilada isenta de solutos.

O cloreto de sódio foi escolhido por se tratar de uma substância inócua do ponto de vista toxicológico e que proporcionaria aumento controlável na pressão osmótica em relação à água destilada.

3.3.1.4 Temperatura do Ambiente

Como a temperatura do ambiente talvez pudesse acelerar os processos metabólicos a nível celular e assim interferir no crescimento das raízes, duas condições foram testadas. Uma série de testes foi montada em condição ambiente (e assim sujeita às frequentes variações térmicas) enquanto outra série era mantida em estufa, cuja temperatura do ar era mantida em 20 graus Celsius.

3.3.1.5 Luminosidade

Como a planta, no estágio utilizado, não realiza fotossíntese, a influência da luminosidade não comprometeria os resultados. Contudo, considerou-se prudente a observação de mais este parâmetro para se evitar questionamentos de sua possível interferência. Para tanto, uma outra série de testes correspondia ao cultivo dos bulbos em ausência de luz.

3.3.2 Comentários Metodológicos

Para esta segunda etapa as cebolas, muito embora sendo de proveniência argentina e de localidades desconhecidas, foram adquiridas de um mesmo estabelecimento comercial, isto é do CEASA em São Paulo.

No Laboratório de Saúde Ambiental, as cebolas eram selecionadas conforme a qualidade e dimensão; lavadas em água corrente; as raízes mortas eram retiradas com o uso de tesoura; e finalmente eram deixadas para secar naturalmente.

Os copos de vidro, com capacidade de 120ml, eram lavados após cada série de experimentos, em água corrente e com detergente comum, bem enxaguados e deixados para secar naturalmente. Para se ajustar as cebolas às superfícies líquidas de forma que somente as bases de onde se originam as raízes fossem molhadas, o ajuste era feito nas bordas dos copos com uma pequena tira de fita crepe.

As quantidades de cloreto de sódio eram pesadas previamente em balança analítica e eram diluídas em água destilada individualmente. Para cada concentração de cloreto de sódio eram dispostos 12 bulbos, dois quais 2 eram descartados ao final de cada cultivo isto é, o bulbo cujo feixe apresentasse as raízes mais longas e o bulbo cujo feixe apresentasse as raízes mas curtas.

Cada série de experimentos consistiu em três montagens distintas, isto é, a primeira onde os bulbos permaneciam em condição ambiente; a segunda onde os bulbos permaneciam em condição de ambiente porém no escuro, sendo a estante em que permaneciam envolvida em plásticos pretos; a terceira montagem permanecia em estufa com temperatura estável a 20 graus Celsius.

O período de cultivo era de 5 dias; ao término as raízes de cada feixe de cada bulbo eram medidas com régua milimetrada. Essas raízes, porém, eram mantidas intacta e, após a mensuração os bulbos eram repostos nas respectivas soluções.

Após a tomada de resultados, eram realizadas sessões fotográficas, no estúdio fotográfico da Universidade, para que fosse documentado visualmente o resultado.

3.3.3 Os Experimentos da Segunda Etapa

Para se definir as faixas de concentração de Cloreto de Sódio, um primeiro experimento (chamado de experimento zero) foi realizado de 13 a 18/03/97, com as cebolas de diâmetro (2) = 6,5 a 7,0 cm, cujas concentrações compreendem:

EXPERIMENTO ZERO

CONCENTRAÇÕES DE CLORETO DE SÓDIO:

concentração 1)	500 mg/l;
concentração 2)	250 mg/l;
concentração 3)	100 mg/l;
concentração 4)	50 mg/l;
concentração 5)	25 mg/l;
concentração 6)	10 mg/l;
concentração 7)	destilada.

CONDIÇÕES:

condição 1 = temperatura ambiente;

condição 2 = temperatura ambiente – escuro;

condição 3 = estufa a 20°C;

Mediante os resultados obtidos neste primeiro experimento, partiu-se para a escolha das faixas de concentração das diluições.

Foi observado que o intervalo de concentrações com respostas mais positivas seria o situado entre 500 mg/l e 50 mg/l de cloreto de sódio. Decidiu-se então, dividir esse intervalo em 5 faixas (de igual distância entre elas).

Uma vez definidos os valores das concentrações de cloreto de sódio, realizou-se um total de três séries de experimentos para cada diâmetro de cebola, os quais foram efetuados em datas diferentes e com lotes diferentes de cebolas.

EXPERIMENTOS DE NÚMERO 1 A 3

diâmetro 1 = cebola de 3,5 a 4,0 cm;

CONDIÇÕES:

condição 1 = temperatura ambiente;

condição 2 = temperatura ambiente - escuro;

condição 3 = estufa a 20°C;

CONCENTRAÇÕES DE CLORETO DE SÓDIO:

concentração 1 = 500 mg/l;

concentração 2 = 410 mg/l;

concentração 3 = 320 mg/l;

concentração 4 = 230 mg/l

concentração 5 = 140 mg/l;

concentração 6 = água destilada.

Os EXPERIMENTOS DE 1 A 3 foram repetidos, nas mesmas CONDIÇÕES e CONCENTRAÇÕES, com cebolas de:

diâmetro 2 = 6,5 a 7,0 cm.

4- RESULTADOS

4.1 RESULTADOS DOS ENSAIOS PRELIMINARES

4.1.1 Sulfato de Mercúrio – HgSO₄

Por se tratar de um composto pouco solúvel em água, mesmo em concentrações diminutas, formou-se precipitado no fundo dos copos. Sendo assim os resultados foram rejeitados.

4.1.2 Inseticidas

Nas formulações Paratyon methyl; Methamidophos e Chorpyrifos observou-se qualitativamente que as raízes eram muito mais abundantes em relação ao controle. Além disso, não houve uniformidade de resultados entre as cebolas de mesma série. Assim, os resultados foram descartados.

4.2 RESULTADOS DA PRIMEIRA ETAPA

4.2.1 Compostos de Metais Pesados

4.2.1.1 Cloreto de Cádmio - $\text{CdCl}_2 \cdot 2 \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$

Tabela 1) RESULTADOS OBTIDOS COM CLORETO DE CÁDMIO EM TESTES REALIZADOS DE 25/05/96 A 30/05/96.

Tempo de Cultivo: 5 dias				
Concentração	Cebola Nr. Ordem	Comprimento Médio das Raízes/cm	Intervalo Medidas/cm	Total de Raízes
1	1	6,0	5,5-6,4	39
1	2	5,4	5,0-6,3	53
1	3	6,8	5,5-7,9	34
1	4	6,1	5,8-6,6	63
1	5	4,0	3,2-5,5	28
1	6	5,1	4,9-5,5	67
1	7	6,7	6,5-7,0	42
1	8	6,0	5,6-6,5	55
1	9	3,0	2,4-3,5	52
1	10	5,0	4,6-5,4	70
2	1	0,1	0,1-0,2	34
2	2	0,1	0,1-0,2	27
2	3	0,1	0,1-0,2	12
2	4	0,1	0,1-0,2	17
2	5	0,1	0,1-0,2	22
2	6	0,1	0,1-0,2	23
2	7	0,1	0,1-0,2	19
2	8	0,1	0,1-0,2	26
2	9	0,1	0,1-0,2	37
2	10	0,1	0,1-0,2	30

Legenda. Concentrações: 1- controle; 2- 25 mg/l ; 3- 10 mg/l; 4- 50 mg/l; 5- 2,5 mg/l.

Obs.: bulbos com diâmetro 6,5-7,0 cm.

Tabela 1) continuação...

Concentração	Cebola Nr. Ordem	Comprimento Médio das Raízes/cm	Intervalo Medidas/cm	Total de Raízes
3	1	0,3	0,3-0,3	54
3	2	0,1	0,1-0,2	13
3	3	0,3	0,1-0,3	31
3	4	0,2	0,2-0,2	43
3	5	0,2	0,2-0,2	30
3	6	0,2	0,1-0,2	29
3	7	0,2	0,2-0,2	25
3	8	0,2	0,2-0,3	15
3	9	0,2	0,2-0,3	53
3	10	0,2	0,2-0,3	51
4	1	0,2	0,1-0,2	12
4	2	0,3	0,3-0,4	21
4	3	0,3	0,2-0,3	19
4	4	0,4	0,3-0,5	16
4	5	0,4	0,3-0,4	48
4	6	0,2	0,1-0,3	27
4	7	0,3	0,2-0,4	36
4	8	0,2	0,1-0,2	20
4	9	0,1	0,1-0,2	16
4	10	0,1	0,1-0,2	13
5	1	0,3	0,3-0,5	15
5	2	0,3	0,2-0,5	32
5	3	0,4	0,2-0,6	37
5	4	0,5	0,4-0,6	60
5	5	0,4	0,3-0,6	56
5	6	0,3	0,2-0,4	44
5	7	0,4	0,3-0,5	24
5	8	0,5	0,4-0,6	60
5	9	0,3	0,2-0,3	23
5	10	0,5	0,4-0,5	68

Legenda. Concentrações: 1- controle; 2- 25 mg/l ; 3- 10 mg/l; 4- 5 mg/l; 5- 2,5 mg/l.

Obs.: bulbos com diâmetro 6,5-7,0 cm.

4.2.1.2 Sulfato de Cobre - $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$

**Tabela 2) RESULTADOS OBTIDOS COM SULFATO DE COBRE EM TESTES
REALIZADOS DE 04/06/96 A 09/06/96.**

Tempo de cultivo: 5 dias				
Concentração	Cebola Nr. Ordem	Comprimento Médio das Raízes/cm	Intervalo Medidas/cm	Total de Raízes
1	1	4,1	3,8-5,3	38
1	2	5,0	4,2-5,9	37
1	3	5,6	5,2-6,2	85
1	4	6,2	5,5-7,0	45
1	5	4,1	4,0-4,3	57
1	6	4,2	3,7-4,6	33
1	7	4,0	4,0-4,1	60
1	8	4,6	4,7-5,1	11
1	9	4,1	4,0-4,5	46
1	10	3,0	2,8-3,2	18
2	1	0	0	0
2	2	0	0	0
2	3	0	0	0
2	4	0	0	0
2	5	0	0	0
2	6	0	0	0
2	7	0	0	0
2	8	0	0	0
2	9	0	0	0
2	10	0	0	0
3	1	0,2	0,2-0,2	10
3	2	0,2	0,2-0,2	29
3	3	0,1	0,1-0,1	20
3	4	0,1	0,1-0,1	11
3	5	0,1	0,1-0,1	25
3	6	0,1	0,1-0,1	23
3	7	0,1	0,1-0,1	25
3	8	0,1	0,1-0,1	30
3	9	0,1	0,1-0,1	23
3	10	0,1	0,1-0,1	12

Legenda. Concentrações: 1- controle; 2- 25 mg/l ; 3- 10 mg/l; 4- 5 mg/l; 5- 2,5 mg/l; 6- 1,5 mg/l.
Obs.: bulbos com diâmetro 6,5-7,0 cm.

Tabela 2) continuação...

Concentração	Cebola Nr. Ordem	Comprimento Médio das Raízes/cm	Intervalo Medidas/cm	Total de Raízes
4	1	0,2	0,2-0,2	34
4	2	0,2	0,2-0,3	64
4	3	0,2	0,2-0,2	14
4	4	0,2	0,2-0,2	13
4	5	0,2	0,2-0,2	22
4	7	0,2	0,2-0,2	25
4	8	0,2	0,2-0,2	12
4	9	0,2	0,2-0,2	13
4	10	0,2	0,2-0,2	21
5	1	0,3	0,2-0,3	37
5	2	0,3	0,2-0,3	09
5	3	0,2	0,2-0,3	33
5	4	0,2	0,2-0,3	35
5	5	0,2	0,2-0,3	15
5	6	0,2	0,2-0,3	20
5	7	0,2	0,2-0,3	30
5	8	0,2	0,2-0,3	35
5	9	0,2	0,2-0,3	36
5	10	0,1	0,1-0,2	10
6	1	0,3	0,3-0,3	65
6	2	0,3	0,3-0,3	68
6	3	0,3	0,3-0,3	31
6	4	0,3	0,3-0,3	45
6	5	0,3	0,3-0,3	34
6	6	0,3	0,3-0,3	30
6	7	0,3	0,3-0,3	15
6	8	0,2	0,2-0,3	26
6	9	0,2	0,2-0,3	25
6	10	0,2	0,2-0,3	18

Legenda. Concentrações: 1- controle; 2- 25 mg/l ; 3- 10 mg/l; 4- 50 mg/l; 5- 2,5 mg/l; 6- 1,5 mg/l.

Obs.: bulbos com diâmetro 6,5-7,0 cm.

4.2.1.3 Sulfato de Zinco - $\text{ZnSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$

**Tabela 3) RESULTADOS OBTIDOS COM SULFATO DE ZINCO EM TESTES
REALIZADOS DE 05/06/96 A 10/06/96.**

<u>Tempo de cultivo: 5 dias</u>				
Concentração	Cebola Nr. Ordem	Comprimento Médio das Raízes/cm	Intervalo Medidas/cm	Total de Raízes
1	1	4,1	3,8-5,3	38
1	2	5,0	4,2-5,9	37
1	3	5,6	5,2-6,2	85
1	4	6,2	5,5-7,0	45
1	5	4,1	4,0-4,3	57
1	6	4,2	3,7-4,6	33
1	7	4,0	4,0-4,1	60
1	8	4,6	4,7-5,1	11
1	9	4,1	4,0-4,5	46
1	10	3,0	2,8-3,2	18
2	1	0,3	0,2-0,3	54
2	2	0,3	0,2-0,3	38
2	3	0,4	0,3-0,4	36
2	4	0,2	0,1-0,2	32
2	5	0,4	0,4-0,4	21
2	6	0,2	0,2-0,2	15
2	7	0,3	0,2-0,3	36
2	8	0,2	0,2-0,2	15
2	9	0,2	0,2-0,2	08
2	10	0,3	0,2-0,3	55
3	1	0,6	0,6-0,6	47
3	2	0,5	0,5-0,5	38
3	3	0,5	0,5-0,5	21
3	4	0,5	0,5-0,5	22
3	5	0,5	0,4-0,5	23
3	6	0,5	0,5-0,5	24
3	7	0,5	0,5-0,5	17
3	8	0,5	0,5-0,5	11
3	9	0,5	0,5-0,5	13
3	10	0,4	0,4-0,5	15

Legenda. Concentrações: 1- controle; 2- 25 mg/l; 3- 10 mg/l; 4- 5 mg/l; 5- 2,5 mg/l; 6- 1,5 mg/l.

Obs.: bulbos com diâmetro 6,5-7,0 cm.

Tabela 3) continuação...

Concentração	Cebola Nr. Ordem	Comprimento Médio das Raízes/cm	Intervalo Medidas/cm	Total de Raízes
4	1	1,0	1,0-1,0	36
4	2	1,0	1,0-1,0	62
4	3	1,2	1,0-1,2	31
4	4	1,0	1,0-1,0	45
4	5	1,0	1,0-1,0	60
4	6	1,0	1,0-1,0	27
4	7	1,0	1,0-1,1	55
4	8	1,0	1,0-1,0	44
4	9	1,0	1,0-1,0	43
4	10	1,0	1,0-1,2	40
5	1	2,0	2,0-2,0	32
5	2	2,0	2,0-2,0	45
5	3	2,0	2,0-2,0	44
5	4	3,0	3,0-3,0	48
5	5	3,6	3,0-3,6	68
5	6	3,2	3,0-3,2	47
5	7	2,5	2,2-2,5	30
5	8	2,5	2,0-2,5	25
5	9	3,0	3,0-3,0	52
5	10	2,5	2,0-2,5	25
6	1	4,8	4,8-5,0	61
6	2	1,5	1,5-2,0	25
6	3	2,5	2,5-2,5	70
6	4	4,0	4,0-4,0	45
6	5	3,5	3,2-3,5	60
6	6	3,4	3,2-3,4	65
6	7	3,3	3,2-3,3	47
6	8	3,5	3,5-3,5	50
6	9	3,7	3,5-3,7	44
6	10	3,5	3,5-3,5	42

Legenda. Concentrações: 1- controle; 2- 25 mg/l ; 3- 10 mg/l; 4- 5 mg/l; 5- 2,5 mg/l; 6- 1,5 mg/l.

Obs.,; bulbos com diâmetro 6,5-7,0 cm.

4.2.1.4 Resumo dos Resultados Obtidos-Compostos de Metais Pesados

Tabela 4) RESUMO DOS RESULTADOS OBTIDOS – METAIS PESADOS.

Composto	Concentração	Total de cebolas	Comprimento médio
$\text{CdCl}_2 \cdot 2 \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$	1- controle	10	5,41 cm
$\text{CdCl}_2 \cdot 2 \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$	2- 25 mg/l	10	0,10 cm
$\text{CdCl}_2 \cdot 2 \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$	3- 10 mg/l	10	0,21 cm
$\text{CdCl}_2 \cdot 2 \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$	4- 5 mg/l	10	0,25 cm
$\text{CdCl}_2 \cdot 2 \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$	5- 2,5 mg/l	10	0,39 cm
$\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$	1- controle	10	4,49 cm
$\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$	2- 25 mg/l	10	0,00 cm
$\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$	3- 10 mg/l	10	0,12 cm
$\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$	4- 5 mg/l	10	0,20 cm
$\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$	5- 2,5 mg/l	10	0,21 cm
$\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$	6- 1,5 mg/l	10	0,27 cm
$\text{ZnSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$	1- controle	10	4,49 cm
$\text{ZnSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$	2- 25 mg/l	10	0,28 cm
$\text{ZnSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$	3- 10 mg/l	10	0,50 cm
$\text{ZnSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$	4- 5 mg/l	10	1,02 cm
$\text{ZnSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$	5- 2,5 mg/l	10	2,63 cm
$\text{ZnSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$	6- 1,5 mg/l	10	3,37 cm

Figura 1) Resultados Obtidos com Compostos de Metais Pesados (Tabela 4)

4.2.2 Efluentes Industriais

4.2.2.1 Níquel 538mg/l + Sulfato 800mg/l

Tabela 5) RESULTADOS OBTIDOS COM EFLUENTE INDUSTRIAL COMPOSTO POR NÍQUEL + SULFATOS REALIZADOS 12/06/96 A 17/06/96.

Tempo de cultivo: 4 dias				
Concentração	Cebola Nr. Ordem	Comprimento Médio das Raízes/cm	Intervalo Medidas/cm	Total de Raízes
1	1	3,9	2,6-3,9	31
1	2	3,0	3,0-3,0	57
1	3	5,2	3,2-4,5	23
1	4	3,2	2,1-3,3	35
1	5	3,9	2,7-3,4	16
1	6	3,0	3,3-3,0	25
1	7	3,0	2,4-3,0	40
1	8	2,5	2,2-2,5	21
1	9	2,5	2,2-2,5	24
1	10	2,5	2,0-2,5	27
2	1	0	0	0
2	2	0	0	0
2	3	0	0	0
2	4	0	0	0
2	5	0	0	0
2	6	0	0	0
2	7	0	0	0
2	8	0	0	0
2	9	0	0	0
2	10	0	0	0
3	1	0	0	0
3	2	0	0	0
3	3	0	0	0
3	4	0	0	0

Legenda. Concentrações: 1- controle; 2- 100%; 3- 50%; 4- 17%; 5- 6,7%; 6- 3,3%; 7- 1,7%; 8- 0,7%.
Obs.: bulbos com diâmetro 6,5-7,0 cm.

Tabela 5) continuação...

Concentração	Cebola Nr. Ordem	Comprimento Médio das Raízes/cm	Intervalo Medidas/cm	Total de Raízes
3	5	0	0	0
3	6	0	0	0
3	7	0	0	0
3	8	0	0	0
3	9	0	0	0
3	10	0	0	0
4	1	0,3	0,2-0,3	22
4	2	0,2	0,2-0,2	15
4	3	0,1	0,1-0,1	05
4	4	0,1	0,1-0,1	16
4	5	0,1	0,1-0,1	10
4	6	0,2	0,1-0,2	22
4	7	0,2	0,1-0,2	23
4	8	0,1	0,1-0,2	07
4	9	0,1	0,1-0,1	08
4	10	0	0	0
5	1	0,2	0,2-0,2	21
5	2	0,3	0,3-0,4	20
5	3	0,3	0,3-0,3	07
5	4	0,3	0,3-0,3	48
5	5	0,2	0,2-0,3	14
5	6	0,3	0,3-0,3	18
5	7	0,3	0,3-0,3	23
5	8	0,3	0,3-0,3	03
5	9	0	0	0
5	10	0	0	0
6	1	0,4	0,3-0,4	24
6	2	0,3	0,3-0,3	13
6	3	0,4	0,3-0,4	11
6	4	0,4	0,4-0,4	21
6	5	0,3	0,3-0,4	42
6	6	0,3	0,3-0,3	35
6	7	0,2	0,2-0,3	10
6	8	0,3	0,3-0,3	28

Legenda. Concentrações: 1- controle; 2- 100%; 3- 50%; 4- 17%; 5- 6,7%; 6- 3,3%; 7- 1,7%; 8- 0,7%.

Obs.: bulbos com diâmetro 6,5-7,0 cm.

Tabela 5) continuação...

Concentração	Cebola Nr. Ordem	Comprimento Médio das Raízes/cm	Intervalo Medidas/cm	Total de Raízes
6	9	0,3	0,3-0,3	12
6	10	0,1	0,1-0,1	10
7	1	0,8	0,6-1,5	41
7	2	0,4	0,4-0,5	31
7	3	0,4	0,4-0,4	37
7	4	0,4	0,4-0,4	22
7	5	0,5	0,5-0,6	12
7	6	0,1	0,1-0,2	10
7	7	0,6	0,5-0,6	53
7	8	0,3	0,3-0,3	40
7	9	0,4	0,3-0,4	41
7	10	0,3	0,3-0,3	17
8	1	1,0	0,9-1,2	18
8	2	1,0	0,8-1,1	16
8	3	1,1	1,0-1,4	51
8	4	1,1	1,0-1,1	67
8	5	1,0	1,0-1,0	27
8	6	1,2	1,0-1,2	19
8	7	0,7	0,7-1,0	29
8	8	1,0	1,0-1,1	39
8	9	0,7	0,7-1,0	25
8	10	0,6	0,6-0,6	36

Legenda. Concentrações: 1- controle; 2- 100%; 3- 50%; 4- 17%; 5- 6,7%; 6- 3,3%; 7- 1,7%; 8- 0,7%.

Obs.: bulbos com diâmetro 6,5-7,0 cm.

4.2.2.2 Cobre 760mg/l + Cianeto 860mg/l

**Tabela 6) RESULTADOS OBTIDOS COM EFLUENTE INDUSTRIAL COMPOSTO
POR COBRE + CIANETO EM 26/06/96 A 01/07/96.**

<u>Tempo de cultivo: 5 dias</u>				
Concentração	Cebola Nr. Ordem	Comprimento Médio das Raízes/cm	Intervalo Medidas/cm	Total de Raízes
1	1	5,0	4,8-5,3	31
1	2	5,0	4,8-5,0	17
1	3	5,1	4,9-5,2	19
1	4	4,9	4,9-5,0	22
1	5	5,5	5,3-5,5	21
1	6	4,6	4,6-4,8	12
1	7	4,5	4,5-4,8	11
1	8	4,3	4,3-4,5	16
1	9	4,2	4,0-4,1	09
1	10	4,0	4,0-4,2	16
2	1	0	0	0
2	2	0	0	0
2	3	0	0	0
2	4	0	0	0
2	5	0	0	0
2	6	0	0	0
2	7	0	0	0
2	8	0	0	0
2	9	0	0	0
2	10	0	0	0
3	1	0	0	0
3	2	0	0	0
3	3	0	0	0
3	4	0	0	0
3	5	0	0	0
3	6	0	0	0
3	7	0	0	0
3	8	0	0	0
3	9	0	0	0
3	10	0	0	0

Legenda. Concentrações: 1- controle; 2- 100%; 3- 50%; 4- 17%; 5- 6,7%; 6- 3,3%; 7- 1,7%; 8-0,7%; 9-0,33%.
Obs.: bulbos com diâmetro 6,5-7,0 cm.

Tabela 6) continuação...

Concentração	Cebola Nr. Ordem	Comprimento Médio das Raízes/cm	Intervalo Medidas/cm	Total de Raízes
4	1	0,1	0,1-0,3	23
4	2	0,1	0,1-0,3	25
4	3	0,2	0,1-0,2	21
4	4	0,3	0,3-0,3	19
4	5	0,2	0,2-0,2	31
4	6	0,1	0,1-0,2	33
4	7	0,2	0,1-0,1	31
4	8	0,3	0,3-0,3	22
4	9	0,2	0,2-0,3	20
4	10	0,1	0,1-0,2	27
5	1	0,2	0,1-0,3	20
5	2	0,2	0,1-0,3	17
5	3	0,2	0,1-0,3	12
5	4	0,3	0,3-0,5	10
5	5	0,3	0,3-0,5	09
5	6	0,3	0,3-0,5	11
5	7	0,4	0,3-0,5	24
5	8	0,3	0,3-0,3	22
5	9	0,3	0,3-0,3	21
5	10	0,3	0,2-0,3	27
6	1	0,3	0,3-0,3	33
6	2	0,3	0,3-0,3	31
6	3	0,3	0,2-0,3	21
6	4	0,2	0,1-0,2	22
6	5	0,2	0,1-0,2	20
6	6	0,2	0,2-0,2	31
6	7	0,5	0,5-0,6	33
6	8	0,4	0,4-0,5	09
6	9	0,2	0,1-0,2	08
6	10	0,4	0,1-0,4	07
7	1	0,3	0,2-0,3	34
7	2	0,3	0,2-0,3	43
7	3	0,3	0,2-0,3	44
7	4	0,3	0,3-0,3	43
7	5	0,3	0,3-0,3	17
7	6	0,3	0,3-0,3	14

Legenda.Concentrações:1- controle; 2- 100%; 3- 50%; 4- 17%; 5- 6,7%; 6- 3,3%; 7- 1,7%; 8-0,7%; 9- 0,33%.

Obs.: bulbos com diâmetro 6,5-7,0 cm.

Concentração	Cebola Nr. Ordem	Comprimento Médio das Raízes/cm	Intervalo Medidas/cm	Total de Raízes
7	7	0,3	0,3-0,3	11
7	8	0,1	0,1-0,2	18
7	9	0,5	0,4-0,5	21
7	10	0,5	0,5-0,5	20
8	1	0,5	0,5-0,5	45
8	2	2,0	2,0-2,2	37
8	3	2,2	2,0-2,2	34
8	4	2,3	2,0-2,4	32
8	5	2,4	2,4-2,6	39
8	6	2,5	2,3-2,5	22
8	7	1,2	1,0-1,4	20
8	8	1,5	1,0-1,5	28
8	9	1,5	1,0-1,5	37
8	10	1,6	1,4-1,6	32
9	1	2,6	2,5-2,7	33
9	2	1,5	1,3-1,6	32
9	3	2,0	2,0-2,2	22
9	4	2,1	2,0-2,2	27
9	5	2,2	2,2-2,5	21
9	6	2,1	2,0-2,2	27
9	7	2,0	2,0-2,2	25
9	8	1,6	1,5-1,7	35
9	9	1,2	1,2-1,5	41
9	10	2,2	2,1-2,5	44

Legenda. Concentrações: -controle; 2- 100%; 3- 50%; 4- 17%; 5- 6,7%; 6- 3,3%; 7- 1,7%; 8- 0,7%; 9-0,33%.
Obs.: bulbos com diâmetro 6,5-7,0 cm.

4.2.2.3

Resumo dos Resultados Obtidos com Efluentes Industriais

Tabela 7) RESUMO DOS RESULTADOS OBTIDOS COM EFLUENTES INDUSTRIAIS.

Efluente	Concentração	Total de cebolas	Comprimento médio
1- níquel + sulfatos	1- controle	10	3,27 cm
1- níquel + sulfatos	2- 100%	10	0,00 cm
1- níquel + sulfatos	3- 50%	10	0,00 cm
1- níquel + sulfatos	4- 17%	10	0,14 cm
1- níquel + sulfatos	5- 6,6%	10	0,22 cm
1- níquel + sulfatos	6- 3,3%	10	0,30 cm
1- níquel + sulfatos	7- 1,7%	10	0,42 cm
1- níquel + sulfatos	8- 0,7%	10	0,94 cm
2- cobre + cianeto	1- controle	10	4,71 cm
2- cobre + cianeto	2- 100%	10	0,00 cm
2- cobre + cianeto	3- 50%	10	0,00 cm
2- cobre + cianeto	4- 17%	10	0,18 cm
2- cobre + cianeto	5- 6,7%	10	0,28 cm
2- cobre + cianeto	6- 3,3%	10	0,30 cm
2- cobre + cianeto	7- 1,7%	10	0,32 cm
2- cobre + cianeto	8- 0,7%	10	1,77 cm
2- cobre + cianeto	9- 0,33%	10	1,92 cm

Figura 2) Gráfico Referente aos Resultados Obtidos com Efluente Industriais (Tabela 7).

4.3 RESULTADOS DA SEGUNDA ETAPA

4.3.1 Experimento Zero

**Tabela 8) RESULTADOS OBTIDOS COM CLORETO DE SÓDIO EM TESTES
REALIZADOS DE 13/03/97 A 18/03/97.**

<u>Experimento: zero</u>					
Condição	Concen- tração	Cebola/ Nr.Ordem	Comp. Médio/ cm	Intervalo Medidas/ cm	Total de Raízes
1	1	1	1,25	1,00-1,50	7
1	1	2	1,25	1,00-2,50	11
1	1	3	3,00	1,00-4,50	09
1	1	4	1,50	2,00-3,00	03
1	1	5	2,50	2,00-3,00	12
1	1	6	2,50	0	0
1	1	7	0	0	0
1	1	8	0	0	0
1	1	9	0	0	0
1	1	10	0	0	0
1	2	1	0	0	0
1	2	2	0	0	0
1	2	3	0	0	0
1	2	4	3,00	1,50-4,50	02
1	2	5	1,77	1,20-3,20	04
1	2	6	2,34	1,00-4,00	13
1	2	7	2,00	1,00-5,50	16
1	2	8	1,68	1,00-2,80	18
1	2	9	1,30	1,50-2,80	09
1	2	10	3,30	2,00-5,50	45
1	3	1	0	0	0

Legenda: Condições: 1- temperatura ambiente; 2- temperatura ambiente-escuro; 3- 20^o C-estufa.

Concentrações: 1- 500 mg/l; 2- 250 mg/l; 3- 100 mg/l; 4- 50 mg/l; 5- 25 mg/l; 6- 10 mg/l; 7-destilada.

Comp.Médio= comprimento médio das raízes.

Experimento Zero= realizado com o diâmetro 2= 6,5 a 7,0 cm.

Tabela 8) continuação...

Condição	Concen- tração	Cebola Nr.Ordem	Comp. Médio/cm	Intervalo Medidas/cm	Total de Raízes
1	3	2	0	0	0
1	3	3	0	0	0
1	3	4	0	0	0
1	3	5	2,05	1,00-3,30	06
1	3	6	1,53	1,00-2,50	03
1	3	7	2,50	1,00-3,30	15
1	3	8	2,42	1,00-3,60	23
1	3	9	1,28	1,00-1,70	15
1	3	10	3,50	1,50-3,60	35
1	4	1	0	0	0
1	4	2	0	0	0
1	4	3	0	0	0
1	4	4	0	0	0
1	4	5	0	0	0
1	4	6	0	0	0
1	4	7	1,30	0	1
1	4	8	3,00	1,70-3,80	04
1	4	9	1,80	1,50-2,40	03
1	4	10	3,00	1,70-3,50	25
1	5	1	0	0	0
1	5	2	0	0	0
1	5	3	0	0	0
1	5	4	0	0	0
1	5	5	0	0	0
1	5	6	2,15	1,20-3,50	07
1	5	7	1,23	1,00-2,20	06
1	5	8	1,62	1,50-3,50	20
1	5	9	0	0	0
1	5	10	0	0	0
1	6	1	0	0	0
1	6	2	0	0	0
1	6	3	0	0	0
1	6	4	0,50	0,50-0,50	01
1	6	5	1,50	1,50-1,50	01
1	6	6	1,33	1,00-1,50	03

Legenda: Condições: 1- temperatura ambiente; 2- temperatura ambiente-escuro; 3- 20⁰ C-estufa.

Concentrações: 1- 500 mg/l; 2- 250 mg/l; 3- 100 mg/l; 4- 50 mg/l; 5- 25 mg/l; 6- 10 mg/l; 7-destilada.

Comp.Médio= comprimento médio das raízes.

Experimento Zero= realizado com o diâmetro 2= 6,5 a 7,0 cm.

Tabela 8) continuação...

Condição	Concen- tração	Cebola Nr.Ordem	Comp. Médio/cm	Intervalo Medidas/cm	Total de Raízes
1	6	7	1,66	1,00-2,90	12
1	6	8	0	0	0
1	6	9	1,30	1,00-1,70	06
1	6	10	0	0	0
1	7	1	0	0	0
1	7	2	0	0	0
1	7	3	0	0	0
1	7	4	0	0	0
1	7	5	0	0	0
1	7	6	0	0	0
1	7	7	0	0	0
1	7	8	0	0	0
1	7	9	0	0	0
1	7	10	0,05	0,30-0,70	0,05
2	1	1	0	0	0
2	1	2	0	0	0
2	1	3	0	0	0
2	1	4	0	0	0
2	1	5	1,50	1,00-2,00	06
2	1	6	2,60	1,00-4,00	11
2	1	7	2,70	1,00-3,50	12
2	1	8	2,50	1,00-4,00	10
2	1	9	1,70	1,70-1,70	03
2	1	10	2,50	1,00-3,50	08
2	2	1	2,11	1,60-2,80	08
2	2	2	1,36	1,00-1,80	08
2	2	3	1,60	1,60-1,60	01
2	2	4	1,44	1,00-2,20	07
2	2	5	1,62	0,60-2,40	04
2	2	6	1,52	1,00-3,20	15
2	2	7	1,70	1,40-2,00	03
2	2	8	1,38	1,40-2,00	05
2	2	9	0	0	0
2	2	10	0	0	0
2	3	1	2,83	2,00-3,80	03

Legenda: Condições: 1- temperatura ambiente; 2- temperatura ambiente-escuro; 3- 20⁰ C-estufa.

Concentrações: 1- 500 mg/l; 2- 250 mg/l; 3- 100 mg/l; 4- 50 mg/l; 5- 25 mg/l; 6- 10 mg/l; 7-destilada.

Comp.Médio= comprimento médio das raízes.

Experimento Zero= realizado com o diâmetro 2= 6,5 a 7,0 cm.

Tabela 8) continuação...

Condição	Concen- tração	Cebola Nr.Ordem	Comp. Médio/cm	Intervalo Medidas/cm	Total de Raízes
2	3	2	1,80	1,00-3,00	16
2	3	3	2,70	2,70-2,70	01
2	3	4	1,00	1,00-1,00	03
2	3	5	1,58	1,00-3,50	07
2	3	6	2,60	1,00-3,00	09
2	3	7	0	0	0
2	3	8	0	0	0
2	3	9	0	0	0
2	3	10	0	0	0
2	4	1	0	0	0
2	4	2	0	0	0
2	4	3	0	0	0
2	4	4	1,70	1,00-3,20	04
2	4	5	1,80	1,80-1,80	01
2	4	6	2,63	1,40-3,00	03
2	4	7	2,40	1,20-3,70	06
2	4	8	0	0	0
2	4	9	0	0	0
2	4	10	0	0	0
2	5	1	0	0	0
2	5	2	0	0	0
2	5	3	0	0	0
2	5	4	0	0	0
2	5	5	1,60	0,60-2,60	02
2	5	6	0	0	0
2	5	7	0	0	0
2	5	8	1,60	1,00-3,00	07
2	5	9	2,14	1,00-3,00	14
2	5	10	0	0	0
2	6	1	0	0	0
2	6	2	1,50	1,00-2,50	03
2	6	3	1,42	1,00-2,00	04
2	6	4	0	0	0
2	6	5	0	0	0
2	6	6	0	0	0

Legenda: Condições: 1- temperatura ambiente; 2- temperatura ambiente-escuro; 3- 20⁰ C-estufa.

Concentrações: 1- 500 mg/l; 2- 250 mg/l; 3- 100 mg/l; 4- 50 mg/l; 5- 25 mg/l; 6- 10 mg/l; 7-destilada.

Comp.Médio= comprimento médio das raízes.

Experimento Zero= realizado com o diâmetro 2= 6,5 a 7,0 cm.

Tabela 8) continuação...

Condição	Concen- tração	Cebola Nr.Ordem	Comp. Médio/cm	Intervalo Medidas/cm	Total de Raízes
2	6	7	0	0	0
2	6	8	0	0	0
2	6	9	0	0	0
2	6	10	0	0	0
2	7	1	3,00	3,00-3,00	01
2	7	2	1,70	1,00-3,00	07
2	7	3	1,25	1,00-1,50	1
2	7	4	0	0	0
2	7	5	0	0	0
2	7	6	0	0	0
2	7	7	0	0	0
2	7	8	0	0	0
2	7	9	0	0	0
2	7	10	0	0	0
3	1	1	0	0	0
3	1	2	0	0	0
3	1	3	2,30	2,30-2,30	02
3	1	4	2,00	2,00-2,00	01
3	1	5	1,85	1,30-2,04	02
3	1	6	1,45	1,00-2,30	02
3	1	7	1,77	1,00-2,60	14
3	1	8	3,33	1,70-5,50	16
3	1	9	2,96	1,90-4,00	07
3	1	10	2,10	1,50-3,50	16
3	2	1	0	0	0
3	2	2	1,98	1,00-2,60	05
3	2	3	1,30	1,00-3,50	08
3	2	4	3,05	2,00-4,20	25
3	2	5	2,70	1,50-3,00	19
3	2	6	2,14	1,00-3,50	13
3	2	7	2,25	1,50-3,50	07
3	2	8	2,56	1,50-3,50	14
3	2	9	2,16	2,00-6,00	56
3	2	10	2,50	2,00-4,00	25
3	3	1	2,25	1,00-3,50	02

Legenda: Condições: 1- temperatura ambiente; 2- temperatura ambiente-escuro; 3- 20⁰ C-estufa.

Concentrações: 1- 500 mg/l; 2- 250 mg/l; 3- 100 mg/l; 4- 50 mg/l; 5- 25 mg/l; 6- 10 mg/l; 7-destilada.

Comp.Médio= comprimento médio das raízes.

Experimento Zero= realizado com o diâmetro 2= 6,5 a 7,0 cm.

Tabela 8) continuação...

Condição	Concen- tração	Cebola Nr.ordem	Comp. Médio/cm	Intervalo Medidas/cm	Total de Raízes
3	3	2	2,60	2,00-3,20	02
3	3	3	4,95	4,40-5,50	02
3	3	4	1,38	1,00-3,00	07
3	3	5	2,13	1,00-3,00	06
3	3	6	2,64	1,00-3,30	14
3	3	7	2,28	1,00-4,80	12
3	3	8	2,00	1,00-2,50	13
3	3	9	4,00	1,00-4,00	35
3	3	10	6,00	3,50-6,00	55
3	4	1	0	0	0
3	4	2	0	0	0
3	4	3	1,87	1,00-3,30	04
3	4	4	1,60	1,00-2,20	04
3	4	5	1,82	1,00-2,60	05
3	4	6	2,90	2,2-4,4	08
3	4	7	2,14	1,5-3,0	09
3	4	8	1,83	1,0-3,0	09
3	4	9	4,00	1,0-5,5	60
3	4	10	2,50	3,0-5,0	12
3	5	1	0	0	0
3	5	2	0	0	0
3	5	3	1,30	1,30-1,30	01
3	5	4	0	0	0
3	5	5	2,50	1,50-3,50	02
3	5	6	1,20	1,00-1,40	02
3	5	7	2,08	1,00-3,80	08
3	5	8	0	0	0
3	5	9	0	0	0
3	5	10	0	0	0
3	6	1	0	0	0
3	6	2	0	0	0
3	6	3	0	0	0
3	6	4	0	0	0
3	6	5	1,90	1,90-1,90	01
3	6	6	2,10	2,10-2,10	01

Legenda: Condições: 1- temperatura ambiente; 2- temperatura ambiente-escuro; 3- 20⁰ C-estufa.

Concentrações: 1- 500 mg/l; 2- 250 mg/l; 3- 100 mg/l; 4- 50 mg/l; 5- 25 mg/l; 6- 10 mg/l; 7-destilada.

Comp.Médio= comprimento médio das raízes.

Experimento Zero= realizado com o diâmetro 2= 6,5 a 7,0 cm.

Tabela 8) continuação...

Condição	Concen- tração	Cebola Nr.ordem	Comp. Médio/cm	Intervalo Medidas/cm	Total de Raízes
3	6	7	0	0	0
3	6	8	0	0	0
3	6	9	0	0	0
3	6	10	0	0	0
3	7	1	0	0	0
3	7	2	0	0	0
3	7	3	0	0	0
3	7	4	2,00	2,00-3,00	06
3	7	5	2,00	2,00-3,00	05
3	7	6	0	0	0
3	7	7	0	0	0
3	7	8	3,00	2,00-3,00	12
3	7	9	0	0	0
3	7	10	0	0	0

Legenda: Condições: 1- temperatura ambiente; 2- temperatura ambiente-escuro; 3- 20^o C-estufa.
 Concentrações: 1- 500 mg/l; 2- 250 mg/l; 3- 100 mg/l; 4- 50 mg/l; 5- 25 mg/l; 6- 10 mg/l; 7-destilada.
 Comp.Médio= comprimento médio das raízes.

4.3.3.1 Resumo dos Resultados Obtidos no Experimento Zero.

Tabela 9) RESUMO DOS RESULTADOS OBTIDOS NO EXPERIMENTO ZERO.

Exp.	Diam.	Conc.	Cond.	Total/ cebolas	Comp. Médio/cm	Intervalo Medidas/cm	Média nr.raízes
0	2	1	1	10	1,20	0,00-3,00	05
0	2	2	1	10	1,54	0,00-5,50	11
0	2	3	1	10	1,33	0,00-3,60	07
0	2	4	1	10	0,91	0,00-3,50	03
0	2	5	1	10	0,50	0,00-3,50	03
0	2	6	1	10	0,63	0,00-2,90	03
0	2	7	1	10	0,05	0,00-0,70	02

Legenda: Exp.= Experimento 0; Diam.= Diâmetro 2 (6,5-7,0 cm); Conc.= Concentrações: 1- 500 mg/l; 2- 250 mg/l; 3- 100 mg/l; 4- 50 mg/l; 5- 25 mg/l; 6- 10 mg/l; 7- destilada. Cond.= Condições: 1- temperatura ambiente; 2- temperatura ambiente-escuro; 3- 20^o C. – estufa.
 Comp. Médio = comprimento médio das raízes.
 Med.nr.raízes = número médio de raízes.

Tabela 9) continuação...

Exp.	Diam.	Conc.	Cond.	Total/ cebolas	Comp. Médio/cm	Intervalo Medidas/cm	Média nr.raízes
0	2	1	2	10	1,35	1,00-4,00	05
0	2	2	2	10	1,27	0,00-3,20	05
0	2	3	2	10	1,25	0,00-3,00	04
0	2	4	2	10	0,85	0,00-3,70	01
0	2	5	2	10	0,53	0,00-3,00	03
0	2	6	2	10	0,29	0,00-2,50	01
0	2	7	2	10	0,59	0,00-3,00	01
0	2	1	3	10	1,77	0,00-5,50	06
0	2	2	3	10	2,06	0,00-6,00	17
0	2	3	3	10	3,00	1,00-6,00	15
0	2	4	3	10	1,87	0,00-5,50	11
0	2	5	3	10	0,71	0,00-3,80	02
0	2	6	3	10	0,40	0,00-2,10	01
0	2	7	3	10	0,70	0,00-3,00	02

Legenda: Exp.= Experimento 0; Diam.= Diâmetro 2 (6,5 a 7,0 cm); Conc.= Concentrações: 1- 500 mg/l; 2- 250 mg/l; 3- 100 mg/l; 4- 50 mg/l; 5- 25 mg/l; 6- 10 mg/l; 7- destilada. Cond.= Condições: 1- temperatura ambiente; 2- temperatura ambiente-escuro; 3- 20^o C. – estufa.

Comp. Médio = comprimento médio das raízes.

Med.nr.raízes = número médio de raízes.

Figura 3) Gráfico Referente aos Resultados Obtidos no Experimento zero (Tabela 9).

4.3.2 Resultados dos Experimentos de Números 1 a 3 Referentes aos Testes com Cebolas de Diâmetros 1 e 2 respectivamente

4.3.2.1 Estatísticas Ordenadas por Experimento:

4.3.2.1.1 Experimento 1 - Diâmetro 2 - Realizado de 20 a 25/03/97.

**Tabela 10) RESULTADOS OBTIDOS COM CLORETO DE SÓDIO REFERENTES AO
EXPERIMENTO 1 – DIÂMETRO 2 – CONDIÇÕES 1 A 3.**

Exp.	Diam.	Conc.	Cond.	Total/ Ceb.	Comp. Médio/cm	Intervalo Med./cm	Med. nr.rz	Des. Pd.	Coef.V (%)
1	2	1	1	10	3,32	1,75-4,28	08	0,075	2,2
1	2	1	2	10	1,25	0,00-3,82	06	0,274	22,0
1	2	1	3	10	3,27	0,00-5,71	07	0,412	12,6
1	2	2	1	10	2,24	0,00-4,50	07	0,320	14,3
1	2	2	2	10	1,03	0,00-4,34	03	0,347	33,7
1	2	2	3	10	3,61	1,00-5,47	09	0,161	4,4
1	2	3	1	10	2,41	0,00-4,05	05	0,236	9,8
1	2	3	2	10	2,43	0,00-4,50	07	0,422	17,4
1	2	3	3	10	2,82	0,00-4,58	09	0,324	11,5
1	2	4	1	10	1,49	0,00-4,16	06	0,242	16,2
1	2	4	2	10	2,31	0,00-6,25	05	0,385	16,7
1	2	4	3	10	3,63	2,54-5,75	12	0,092	2,5
1	2	5	1	10	1,60	0,00-3,92	05	0,329	20,6
1	2	5	2	10	2,53	0,00-5,14	07	0,432	17,1
1	2	5	3	10	2,21	0,00-4,37	05	0,328	14,8
1	2	6	1	10	2,48	0,00-5,00	04	0,470	19,0
1	2	6	2	10	1,68	0,00-4,00	03	0,328	19,5
1	2	6	3	10	2,23	0,00-4,84	08	0,316	14,2

Legenda: Exp.= Experimento 1; Diam.= Diâmetro 2 (6,5 a 7,0 cm); Conc.= Concentrações: 1- 500 mg/l; 2- 410 mg/l; 3-320 mg/l; 4- 230 mg/l; 5- 140 mg/l; 6- destilada. Cond.= Condições: 1- temperatura ambiente; 2- temperatura ambiente-escuro; 3- 20^o C. – estufa.

Total/Ceb.= total de cebolas; Média Comp./cm= comprimento médio das raízes; Med.nr.rz= número médio de raízes; Intervalo Med./cm= intervalo de medidas; Des.Pd.- Desvio Padrão. Coef.V.- Coeficiente de Variação.

TEMPERATURAS MÍNIMAS E MÁXIMAS REGISTRADAS NO PERÍODO EM GRAUS CELSIUS: 17-28;
17-28; 17-28; 16-27; 16-27;

4.3.2.1.2 Experimento 2 - Diâmetro 2 - Realizado de 04 a 09/04/97.

Tabela 11) RESULTADOS OBTIDOS COM CLORETO DE SÓDIO REFERENTES AO EXPERIMENTO 2 – DIÂMETRO 2 – CONDIÇÕES 1 A 3.

Exp.	Diam.	Conc.	Cond.	Total/ Ceb.	Comp. Médio/cm	Intervalo Med./cm	Med. nr.rz	Des. Pd.	Coef.V (%)
2	2	1	1	10	2,97	1,31-4,50	05	0,136	4,6
2	2	1	2	10	1,65	0,00-3,62	04	0,247	15,0
2	2	1	3	10	2,28	0,00-4,82	10	0,469	20,6
2	2	2	1	10	2,21	0,00-4,00	11	0,187	8,5
2	2	2	2	10	1,99	0,00-4,20	04	0,235	11,9
2	2	2	3	10	3,94	2,07-6,37	14	0,196	5,0
2	2	3	1	10	2,58	0,00-4,40	10	0,241	9,3
2	2	3	2	10	2,60	0,00-4,44	08	0,259	10,0
2	2	3	3	10	3,17	0,00-4,77	15	0,287	9,0
2	2	4	1	10	2,69	1,10-3,79	07	0,095	3,5
2	2	4	2	10	2,82	0,00-5,53	09	0,613	21,7
2	2	4	3	10	2,86	0,00-4,57	07	0,192	6,7
2	2	5	1	10	2,43	0,00-3,94	08	0,209	8,6
2	2	5	2	10	3,25	0,00-5,58	11	0,300	9,2
2	2	5	3	10	3,51	0,00-5,75	10	0,306	8,7
2	2	6	1	10	2,32	0,00-4,50	07	0,291	12,5
2	2	6	2	10	3,58	2,12-5,00	12	0,107	3,0
2	2	6	3	10	2,54	0,00-5,95	10	0,447	17,6

Legenda: Exp.= Experimento 1; Diam.= Diâmetro 2 (6,5 a 7,0 cm); Conc.= Concentrações: 1- 500 mg/l; 2- 410 mg/l; 3-320 mg/l; 4- 230 mg/l; 5- 140 mg/l; 6- destilada. Cond.= Condições: 1- temperatura ambiente; 2- temperatura ambiente-escuro; 3- 20⁰ C. – estufa.

Total/Ceb.= total de cebolas; Média Comp./cm= comprimento médio das raízes; Med.nr.rz= número médio de raízes; Intervalo Med./cm= intervalo de medidas; Des.Pd.- Desvio Padrão. Coef.V.- Coeficiente de Variação.

TEMPERATURAS MÍNIMAS E MÁXIMAS REGISTRADAS NO PERÍODO EM GRAUS CELSIUS: 16-28; 16-28; 17-29; 16-28; 16-27.

4.3.2.1.3 Experimento 3 - Diâmetro 2 - Realizado de 10 a 15/04/97.

Tabela 12) RESULTADOS OBTIDOS COM CLORETO DE SÓDIO REFERENTES AO EXPERIMENTO 3 – DIÂMETRO 2 – CONDIÇÕES 1 A 3.

Exp.	Diam.	Conc.	Cond.	Total/ Ceb.	Comp. Médio/cm	Intervalo Med./cm	Med. nr.rz	Des. Pd.	Coef.V (%)
3	2	1	1	10	3,34	0,00-5,12	13	0,287	8,6
3	2	1	2	10	2,95	0,00-4,94	12	0,275	9,3
3	2	1	3	10	3,13	0,00-5,14	08	0,337	10,8
3	2	2	1	10	3,46	1,25-6,75	05	0,304	8,8
3	2	2	2	10	3,52	2,40-5,47	15	0,085	2,4
3	2	2	3	10	3,16	0,00-5,18	11	0,270	8,5
3	2	3	1	10	3,24	0,00-4,64	11	0,196	6,0
3	2	3	2	10	1,84	0,00-3,62	12	0,291	15,8
3	2	3	3	10	3,20	0,00-4,93	15	0,362	11,3
3	2	4	1	10	2,51	0,00-4,43	10	0,363	14,5
3	2	4	2	10	3,27	0,00-4,83	18	0,355	10,8
3	2	4	3	10	3,76	0,00-6,42	16	0,422	11,2
3	2	5	1	10	2,64	0,00-3,75	12	0,176	6,7
3	2	5	2	10	2,80	0,00-4,39	13	0,345	12,3
3	2	5	3	10	3,56	0,00-5,71	20	0,337	9,5
3	2	6	1	10	2,57	0,00-4,50	09	0,270	10,5
3	2	6	2	10	3,24	1,50-5,16	16	0,139	4,3
3	2	6	3	10	3,96	3,20-5,14	17	0,059	1,5

Legenda: Exp.= Experimento 1; Diam.= Diâmetro 2 (6,5 a 7,0 cm); Conc.= Concentrações: 1- 500 mg/l; 2- 410 mg/l; 3-320 mg/l; 4- 230 mg/l; 5- 140 mg/l; 6- destilada. Cond.= Condições: 1- temperatura ambiente; 2- temperatura ambiente-escuro; 3- 20⁰ C. – estufa.

Total/Ceb.= total de cebolas; Média Comp./cm= comprimento médio das raízes; Med.nr.rz= número médio de raízes; Intervalo Med./cm= intervalo de medidas; Des.Pd.- Desvio Padrão. Coef.V.- Coeficiente de Variação.

TEMPERATURAS MÍNIMAS E MÁXIMAS REGISTRADAS NO PERÍODO EM GRAUS CELSIUS: 16-27; 16-26;16-26; 16-27; 16-26.

4.3.2.1.4 Experimento 1 - Diâmetro 1 - Realizado de 17 a 22/04/97.

Tabela 13) RESULTADOS OBTIDOS COM CLORETO DE SÓDIO REFERENTES AO EXPERIMENTO 1 – DIÂMETRO 1 – CONDIÇÕES 1 A 3.

Exp.	Diam.	Conc.	Cond.	Total/ Ceb.	Comp. Médio/cm	Intervalo Med./cm	Med. nr.rz	Des. Pd.	Coef.V (%)
1	1	1	1	10	3,88	0,50-5,55	19	0,245	6,3
1	1	1	2	10	2,68	0,00-5,00	08	0,299	11,2
1	1	1	3	10	2,17	0,00-8,60	04	0,815	37,5
1	1	2	1	10	2,60	1,62-3,57	22	0,043	1,6
1	1	2	2	10	2,53	0,00-5,33	09	0,510	20,1
1	1	2	3	10	3,50	1,50-5,00	13	0,158	4,5
1	1	3	1	10	3,91	1,25-5,05	14	0,117	3,0
1	1	3	2	10	3,08	0,00-4,71	15	0,308	10,0
1	1	3	3	10	2,61	0,00-4,58	13	0,410	15,7
1	1	4	1	10	3,30	1,00-4,40	20	0,112	3,4
1	1	4	2	10	3,44	1,00-5,54	12	0,316	9,2
1	1	4	3	10	2,59	0,00-4,17	20	0,263	10,1
1	1	5	1	10	3,45	2,44-5,07	17	0,054	1,5
1	1	5	2	10	2,56	0,00-5,04	08	0,426	16,6
1	1	5	3	10	3,37	2,52-4,59	19	0,042	1,2
1	1	6	1	10	4,18	3,12-5,19	25	0,054	1,3
1	1	6	2	10	3,34	0,00-5,44	13	0,326	9,8
1	1	6	3	10	3,46	0,00-5,16	17	0,407	11,8

Legenda: Exp.= Experimento 1; Diam.= Diâmetro 2 (6,5 a 7,0 cm); Conc.= Concentrações: 1- 500 mg/l; 2- 410 mg/l; 3-320 mg/l; 4- 230 mg/l; 5- 140 mg/l; 6- destilada. Cond.= Condições: 1- temperatura ambiente; 2- temperatura ambiente-escuro; 3- 20^o C. – estufa.

Total/Ceb.= total de cebolas; Média Comp./cm= comprimento médio das raízes; Med.nr.rz= número médio de raízes; Intervalo Med./cm= intervalo de medidas; Des.Pd.- Desvio Padrão. Coef.V.- Coeficiente de Variação.

TEMPERATURAS MÍNIMAS E MÁXIMAS REGISTRADAS NO PERÍODO EM GRAUS CELSIUS:16-26; 16-26; 16-26;16-27; 17-27.

4.3.2.1.5 Experimento 2 - Diâmetro 1 - Realizado de 25 A 30/04/97.

Tabela 14) RESULTADOS OBTIDOS COM CLORETO DE SÓDIO REFERENTES AO EXPERIMENTO 2 – DIÂMETRO 1 – CONDIÇÕES 1 A 3.

Exp	Diam	Conc	Cond.	Total/ Ceb.	Comp. Médio/cm	Intervalo Med./cm	Med. nr.rz	Des. Pd.	Coef.V (%)
2	1	1	1	10	4,32	2,06-5,53	28	0,112	2,6
2	1	1	2	10	3,54	1,50-5,25	14	0,146	4,1
2	1	1	3	10	3,95	0,00-7,00	14	0,367	9,3
2	1	2	1	10	4,39	2,02-6,50	28	0,249	5,7
2	1	2	2	10	4,47	3,50-7,00	18	0,120	2,7
2	1	2	3	10	3,15	0,00-5,00	24	0,247	7,8
2	1	3	1	10	5,90	4,00-7,50	33	0,106	1,8
2	1	3	2	10	3,24	0,00-5,50	14	0,334	10,3
2	1	3	3	10	4,20	2,50-5,50	19	0,149	3,5
2	1	4	1	10	4,88	3,00-6,50	27	0,115	2,3
2	1	4	2	10	4,00	0,00-5,50	20	0,265	6,6
2	1	4	3	10	3,85	2,50-5,50	25	0,111	2,9
2	1	5	1	10	4,95	3,00-6,25	37	0,126	2,5
2	1	5	2	10	3,79	2,90-5,50	22	0,059	1,5
2	1	5	3	10	3,65	0,00-6,00	29	0,303	8,3
2	1	6	1	10	4,95	2,50-7,00	22	0,180	3,6
2	1	6	2	10	3,74	1,00-5,50	18	0,217	5,8
2	1	6	3	10	4,10	3,00-5,00	26	0,030	0,7

Legenda: Exp.= Experimento 1; Diam.= Diâmetro 2 (6,5 a 7,0 cm); Conc.= Concentrações: 1- 500 mg/l; 2- 410 mg/l; 3-320 mg/l; 4- 230 mg/l; 5- 140 mg/l; 6- destilada. Cond.= Condições: 1- temperatura ambiente; 2- temperatura ambiente-escuro; 3- 20⁰ C. – estufa.

Total/Ceb.= total de cebolas; Média Comp./cm= comprimento médio das raízes; Med.nr.rz= número médio de raízes; Intervalo Med./cm= intervalo de medidas; Des.Pd.- Desvio Padrão. Coef.V.- Coeficiente de Variação.

TEMPERATURAS MÍNIMAS E MÁXIMAS REGISTRADAS NO PERÍODO EM GRAUS CELSIUS:17-27; 17-27;16-27; 16-27; 15-27.

4.3.2.1.6 Experimento 3 - Diâmetro 1 - Realizado de 08/05/96 a 13/05/97.

Tabela 15) RESULTADOS OBTIDOS COM CLORETO DE SÓDIO REFERENTES AO EXPERIMENTO 3 – DIÂMETRO 1 – CONDIÇÕES 1 A 3.

Exp	Diam	Conc	Cond.	Total/ Ceb.	Comp. Médio/cm	Intervalo Med./cm	med. nr.rz	Des. Pd.	Coef.V (%)
3	1	1	1	10	3,11	0,00-5,13	20	0,377	12,1
3	1	1	2	10	2,18	0,00-3,97	12	0,245	11,2
3	1	1	3	09	3,78	1,72-5,55	21	0,176	4,6
3	1	2	1	10	4,51	2,85-8,77	27	0,307	6,8
3	1	2	2	10	3,25	0,00-5,57	21	0,297	9,1
3	1	2	3	08	3,13	1,19-5,77	10	0,346	11,0
3	1	3	1	10	3,55	2,12-4,42	20	0,065	1,8
3	1	3	2	10	4,09	1,87-5,56	22	0,107	2,6
3	1	3	3	05	3,96	2,62-4,42	27	0,144	3,6
3	1	4	1	10	3,95	3,24-4,78	30	0,039	1,0
3	1	4	2	10	3,38	0,00-5,27	19	0,244	7,2
3	1	4	3	10	2,88	1,00-5,27	20	0,237	8,2
3	1	5	1	10	3,80	1,33-5,23	23	0,143	3,8
3	1	5	2	10	4,16	3,36-5,58	29	0,055	1,3
3	1	5	3	04	4,65	4,03-5,30	23	0,152	3,3
3	1	6	1	10	3,92	2,12-5,43	22	0,150	3,8
3	1	6	2	10	3,98	2,25-5,67	24	0,135	3,4
3	1	6	3	07	2,98	1,20-4,84	18	0,307	10,3

Legenda: Exp.= Experimento 1; Diam.= Diâmetro 2 (6,5 a 7,0 cm); Conc.= Concentrações: 1- 500 mg/l; 2- 410 mg/l; 3-320 mg/l; 4- 230 mg/l; 5- 140 mg/l; 6- destilada. Cond.= Condições: 1- temperatura ambiente; 2- temperatura ambiente-escuro; 3- 20⁰ C. – estufa.

Total/Ceb.= total de cebolas; Média Comp./cm= comprimento médio das raízes; Med.nr.rz= número médio de raízes; Intervalo Med./cm= intervalo de medidas; Des.Pd.- Desvio Padrão. Coef.V.- Coeficiente de Variação.

TEMPERATURAS MÍNIMAS E MÁXIMAS REGISTRADAS NO PERÍODO EM GRAUS CELSIUS:15-25;
15-26; 15-26; 14-25; 14-25.

4.3.2.2 Estatísticas Ordenadas pela Média por Experimento.

Tabela 16) RESULTADOS OBTIDOS COM CLORETO DE SÓDIO REFERENTES AOS EXPERIMENTOS DE 1 A 3 DOS DIÂMETROS 1 E 2 - ORDENADOS PELA MÉDIA DOS COMPRIMENTOS DAS RAÍZES.

Exp	Diam	Conc	Cond.	Total/ Ceb.	Comp. Médio/cm	Intervalo Med./cm	med. nr.rz	Des. Pd.	Coef.V (%)
1	2	2	2	10	1,03	0,00-4,34	03	0,347	33,7
1	2	1	2	10	1,25	0,00-3,82	06	0,274	22,0
1	2	4	1	10	1,49	0,00-4,16	06	0,242	16,2
1	2	5	1	10	1,60	0,00-3,92	05	0,329	20,6
2	2	1	2	10	1,65	0,00-3,62	04	0,247	15,0
1	2	6	2	10	1,68	0,00-4,00	03	0,328	19,5
3	2	3	2	10	1,84	0,00-3,62	12	0,291	15,8
2	2	2	2	10	1,99	0,00-4,20	04	0,235	11,8
1	1	1	3	10	2,17	0,00-8,60	04	0,815	37,5
3	1	1	2	10	2,18	0,00-3,97	12	0,245	11,2
1	2	5	3	10	2,21	0,00-4,37	05	0,328	14,8
2	2	2	1	10	2,21	0,00-4,00	11	0,187	8,5
1	2	6	3	10	2,23	0,00-4,84	08	0,316	14,2
1	2	2	1	10	2,24	0,00-4,50	07	0,320	14,3
2	2	1	3	10	2,28	0,00-4,82	10	0,469	20,6
1	2	4	2	10	2,31	0,00-6,25	05	0,385	16,7
2	2	6	1	10	2,32	0,00-4,50	07	0,291	12,5
1	2	3	1	10	2,41	0,00-4,05	05	0,236	9,8
1	2	3	2	10	2,43	0,00-4,50	07	0,422	17,4
2	2	5	1	10	2,43	0,00-3,94	08	0,209	8,6
1	2	6	1	10	2,48	0,00-5,00	04	0,470	18,9
3	2	4	1	10	2,51	0,00-4,43	10	0,363	14,5
1	1	2	2	10	2,53	0,00-5,33	09	0,510	20,1
1	2	5	2	10	2,53	0,00-5,14	07	0,432	17,1
2	2	6	3	10	2,54	0,00-5,95	10	0,447	17,6
1	1	5	2	10	2,56	0,00-5,04	08	0,426	16,6
3	2	6	1	10	2,57	0,00-4,50	09	0,270	10,5
2	2	3	1	10	2,58	0,00-4,40	10	0,241	9,3
1	1	4	3	10	2,59	0,00-4,17	20	0,263	10,1

Legenda: Exp.= Experimento 1; Diam.= Diâmetro 2 (6,5 a 7,0 cm); Conc.= Concentrações: 1- 500 mg/l; 2- 410 mg/l; 3-320 mg/l; 4- 230 mg/l; 5- 140 mg/l; 6- destilada. Cond.= Condições: 1- temperatura ambiente; 2- temperatura ambiente-escuro; 3- 20^o C. – estufa.

Total/Ceb.= total de cebolas; Média Comp./cm= comprimento médio das raízes; Med.nr.rz= número médio de raízes; Intervalo Med./cm= intervalo de medidas; Des.Pd.- Desvio Padrão. Coef.V.- Coeficiente de Variação.

Tabela 16) continuação...

Exp.	Diam.	Conc.	Cond.	Total/ Ceb.	Comp. Médio/cm	Intervalo Med./cm	Med. nr.rz	Des. Pd.	Coef.V (%)
1	1	2	1	10	2,60	1,62-3,57	22	0,043	1,6
2	2	3	2	10	2,60	0,00-4,44	08	0,259	10,0
1	1	3	3	10	3,62	0,00-4,58	13	0,410	11,3
3	2	5	1	10	2,64	0,00-3,75	12	0,176	6,7
1	1	1	2	10	2,68	0,00-5,00	08	0,299	11,1
2	2	4	1	10	2,69	1,10-3,79	07	0,095	3,5
3	2	5	2	10	2,80	0,00-4,39	13	0,345	12,3
1	2	3	3	10	2,82	0,00-4,58	09	0,324	11,5
2	2	4	2	10	2,82	0,00-5,53	09	0,613	21,7
2	2	4	3	10	2,86	0,00-4,57	07	0,192	6,7
3	1	4	3	10	2,88	1,00-5,27	20	0,237	8,2
3	2	1	2	10	2,95	0,00-4,94	12	0,275	9,3
2	2	1	1	10	2,97	1,31-4,50	05	0,136	4,6
3	1	6	3	10	2,98	1,20-4,84	18	0,307	10,3
1	1	3	2	10	3,08	0,00-4,71	15	0,308	10,0
3	1	1	1	10	3,11	0,00-5,13	20	0,377	12,1
3	1	2	3	10	3,13	1,19-5,77	10	0,346	11,0
3	2	1	3	10	3,13	0,00-5,14	08	0,337	10,1
2	1	2	3	10	3,15	0,00-5,00	24	0,247	7,8
3	2	2	3	10	3,16	0,00-5,18	11	0,270	8,5
2	2	3	3	10	3,17	0,00-4,77	15	0,287	9,0
3	2	3	3	10	3,20	0,00-4,93	15	0,362	11,3
2	1	3	2	10	3,24	0,00-5,50	14	0,334	10,3
3	2	3	1	10	3,24	0,00-4,64	11	0,196	6,0
3	2	6	2	10	3,24	1,50-5,16	16	0,139	4,3
2	2	5	2	10	3,25	0,00-5,58	11	0,300	9,2
3	1	2	2	10	3,25	0,00-5,57	21	0,297	9,1
1	2	1	3	10	3,27	0,00-5,71	07	0,412	12,6
3	2	4	2	10	3,27	0,00-4,83	18	0,355	10,8
1	1	4	1	10	3,30	1,00-4,40	20	0,112	3,4
1	2	1	1	10	3,32	1,75-4,28	08	0,075	2,2
1	1	6	2	10	3,34	0,00-5,44	13	0,326	9,8
3	2	1	1	10	3,34	0,00-5,12	13	0,287	8,6
1	1	5	3	10	3,37	2,52-4,59	19	0,042	1,2

Legenda: Exp.= Experimento 1; Diam.= Diâmetro 2 (6,5 a 7,0 cm); Conc.= Concentrações: 1- 500 mg/l; 2- 410 mg/l; 3-320 mg/l; 4- 230 mg/l; 5- 140 mg/l; 6- destilada. Cond.= Condições: 1- temperatura ambiente; 2- temperatura ambiente-escuro; 3- 20^o C. – estufa.

Total/Ceb.= total de cebolas; Média Comp./cm= comprimento médio das raízes; Med.nr.rz= número médio de raízes; Intervalo Med./cm= intervalo de medidas; Des.Pd.- Desvio Padrão. Coef.V.- Coeficiente de Variação.

Tabela 16) continuação...

Exp	Diam	Conc	Cond.	Total/ Ceb.	Comp. Médio/cm	Intervalo Med./cm	med. nr.rz	Des. Pd.	Coef.V (%)
3	1	4	2	10	3,38	0,00-5,27	19	0,244	7,2
1	1	4	2	10	3,44	1,00-5,54	12	0,316	9,2
1	1	5	1	10	3,45	2,44-5,07	18	0,054	1,6
1	1	6	3	10	3,46	0,00-5,16	17	0,407	11,8
3	2	2	1	10	3,46	1,25-6,75	05	0,304	8,8
1	1	2	3	10	3,50	1,50-5,07	13	0,158	4,5
2	2	5	3	10	3,51	0,00-5,75	10	0,306	8,7
3	2	2	2	10	3,52	2,40-5,47	15	0,085	2,4
2	1	1	2	10	3,54	1,50-5,25	14	0,146	4,1
3	1	3	1	10	3,55	2,12-4,42	20	0,065	1,8
3	2	5	3	10	3,56	0,00-5,71	20	0,337	9,5
2	2	6	2	10	3,58	2,12-5,00	12	0,107	3,0
1	2	2	3	10	3,61	1,00-5,47	09	0,161	4,4
1	2	4	3	10	3,63	2,54-5,75	11	0,092	2,5
2	1	5	3	10	3,65	0,00-6,00	29	0,303	8,3
2	1	6	2	10	3,74	1,00-5,50	18	0,217	5,8
3	2	4	3	10	3,76	0,00-6,42	16	0,422	11,2
3	1	1	3	09	3,78	1,72-5,55	21	0,176	4,6
2	1	5	2	10	3,79	2,90-5,50	22	0,059	1,5
3	1	5	1	10	3,80	1,33-5,23	23	0,143	3,8
2	1	4	3	10	3,85	2,50-5,50	25	0,111	2,9
1	1	1	1	10	3,88	0,50-5,55	19	0,245	6,3
1	1	3	1	10	3,91	1,25-5,05	14	0,117	3,0
3	1	6	1	10	3,92	2,12-5,43	22	0,150	3,8
2	2	2	3	10	3,94	2,07-6,37	14	0,196	5,0
2	1	1	3	10	3,95	0,00-7,00	14	0,367	9,3
3	1	4	1	10	3,95	3,24-4,78	30	0,039	1,0
3	1	3	3	05	3,96	2,62-4,42	27	0,144	3,6
3	2	6	3	10	3,96	3,20-5,14	17	0,059	1,5
3	1	6	2	10	3,98	2,25-5,67	24	0,135	3,4
2	1	4	2	10	4,00	0,00-5,50	20	0,265	6,6
3	1	3	2	10	4,09	1,87-5,56	22	0,107	2,6
2	1	6	3	10	4,10	3,00-5,00	26	0,030	0,7

Legenda: Exp.= Experimento 1; Diam.= Diâmetro 2 (6,5 a 7,0 cm); Conc.= Concentrações: 1- 500 mg/l; 2- 410 mg/l; 3-320 mg/l; 4- 230 mg/l; 5- 140 mg/l; 6- destilada. Cond.= Condições: 1- temperatura ambiente; 2- temperatura ambiente-escuro; 3- 20^o C. – estufa.

Total/Ceb.= total de cebolas; Média Comp./cm= comprimento médio das raízes; Med.nr.rz= número médio de raízes; Intervalo Med./cm= intervalo de medidas; Des.Pd.- Desvio Padrão. Coef.V.- Coeficiente de Variação.

Tabela 16) continuação...

Exp	Diam	Conc	Cond.	Total/ Ceb.	Comp. Médio/cm	Intervalo Med./cm	Med. nr.rz	Des. Pd.	Coef.V (%)
3	1	5	2	10	4,16	3,36-5,58	28	0,055	1,3
1	1	6	1	10	4,18	3,12-5,19	25	0,054	1,3
2	1	3	3	10	4,20	2,50-5,50	20	0,149	3,5
2	1	1	1	10	4,32	2,06-5,53	28	0,112	2,6
2	1	2	1	10	4,39	2,02-6,50	28	0,249	5,7
2	1	2	2	10	4,47	3,50-7,00	18	0,120	2,7
3	1	2	1	10	4,51	2,85-8,77	27	0,307	6,8
3	1	5	3	04	4,65	4,03-5,30	23	0,152	3,3
2	1	4	1	10	4,88	3,00-6,50	27	0,115	2,3
2	1	5	1	10	4,95	3,00-6,25	37	0,126	2,5
2	1	6	1	10	4,95	2,50-7,00	22	0,180	3,6
2	1	3	1	10	5,90	4,00-7,50	33	0,106	1,8

Legenda: Exp.= Experimento 1; Diam.= Diâmetro 2 (6,5 a 7,0 cm); Conc.= Concentrações: 1- 500 mg/l; 2- 410 mg/l; 3-320 mg/l; 4- 230 mg/l; 5- 140 mg/l; 6- destilada. Cond.= Condições: 1- temperatura ambiente; 2- temperatura ambiente-escuro; 3- 20⁰ C. – estufa.

Total/Ceb.= total de cebolas; Média Comp./cm= comprimento médio das raízes; Med.nr.rz= número médio de raízes; Intervalo Med./cm= intervalo de medidas; Des.Pd.- Desvio Padrão. Coef.V.- Coeficiente de Variação.

4.3.2.3 Gráficos e Fotografias

Os resultados descritos nas tabelas 10 a 15 são a seguir exibidos através de gráficos e correspondem às figuras 4 a 9 respectivamente.

A seguir encontram-se as fotografias referentes ao Experimento 2 do diâmetro 2 (6,5-7,0 cm) e ao Experimento 2 diâmetro 1 (3,5-4,0 cm).

Figura 4) Gráfico referente aos resultados do Experimento 1 do diâmetro 2 (6,5-7,0 cm)- Tabela 10.

Figura 5) Gráfico referente aos resultados do Experimento 2 do diâmetro 2 (6,5-7,0 cm)- Tabela 11.

Figura 6) Gráfico referente aos resultados do Experimento 3 do diâmetro 2 (6,5-7,0 cm)-Tabela 12.

Figura 7) Gráfico referente aos resultados do Experimento 1 do diâmetro 1 (3,5-4,0 cm)- tabela 13.

Figura 8) Gráfico referente aos resultados do Experimento 2 do diâmetro 1 (3,5-4,0 cm)- Tabela 14.

Figura 9) Gráfico referente aos resultados do Experimento 3 do diâmetro 1 (3,5-4,0 cm)- Tabela 15.

Fotografias referentes ao Experimento 2 do diâmetro 2 (6,5 a 7,0 cm) na condição ambiente

Foto 1 - Concentração: 500mg/l - NaCl

Foto 2 - Concentração: 410mg/l - NaCl

Foto 3 - Concentração: 320mg/l - NaCl

Foto 4 - Concentração: 230mg/l - NaCl

Foto 5 - Concentração: 140mg/l - NaCl

Foto 6 - Água destilada

Fotografias referentes ao Experimento 2 do diâmetro 2 (6,5 a 7,0 cm) na condição ambiente - escuro

Foto 1 - Concentração: 500mg/l - NaCl

Foto 2 - Concentração: 410mg/l - NaCl

Foto 3 - Concentração: 320mg/l - NaCl

Foto 4 - Concentração: 230mg/l - NaCl

Foto 5 - Concentração: 140mg/l - NaCl

Foto 6 - Água destilada

Bianchini/Sedrao

**Fotografias referentes ao Experimento 2 do diâmetro 2 (6,5 a 7,0 cm) na condição
20° Celsius - estufa**

Foto 1 - Concentração: 500mg/l - NaCl

Foto 2 - Concentração: 410mg/l - NaCl

Foto 3 - Concentração: 320mg/l - NaCl

Foto 4 - Concentração: 230mg/l - NaCl

Foto 5 - Concentração: 140mg/l - NaCl

Foto 6 - Água destilada

Bianchini/Sedrao

Fotografias referentes ao Experimento 2 do diâmetro 1 (3,5 a 4,0 cm) na condição ambiente

Foto 1 - Concentração: 500mg/l - NaCl

Foto 2 - Concentração: 410mg/l - NaCl

Foto 3 - Concentração: 320mg/l - NaCl

Foto 4 - Concentração: 230mg/l - NaCl

Foto 5 - Concentração: 140mg/l - NaCl

Foto 6 - Água destilada

Bianchini/Sedrao

Fotografias referentes ao Experimento 2 do diâmetro 1 (3,5 a 4,0 cm) na condição ambiente - escuro

Foto 1 - Concentração: 500mg/l - NaCl

Foto 2 - Concentração: 410mg/l - NaCl

Foto 3 - Concentração: 320mg/l - NaCl

Foto 4 - Concentração: 230mg/l - NaCl

Foto 5 - Concentração: 140mg/l - NaCl

Foto 6 - Água destilada

Bianchini/Sedrao

**Fotografias referentes ao Experimento 2 do diâmetro 1 (3,5 a 4,0 cm) na condição
20° Celsius - estufa**

Foto 1 - Concentração: 500mg/l - NaCl

Foto 2 - Concentração: 410mg/l - NaCl

Foto 3 - Concentração: 320mg/l - NaCl

Foto 4 - Concentração: 230mg/l - NaCl

Foto 5 - Concetração: 140mg/l - NaCl

Foto 6 - Água destilada

Bianchini/Sedrao

5- DISCUSSÃO

Os resultados referentes ao sulfato de mercúrio não foram positivos. O composto testado demonstrou ser pouco solúvel em água de forma que formou-se precipitado no fundo dos copos.

Embora sejam mencionados resultados positivos na literatura, onde as cebolas foram expostas a compostos de mercúrio presentes em um fungicida comercialmente conhecido como Betoxin, fabricado pela Ewos Co, também se descreve a necessidade de agitação e aquecimento do composto na água de diluição para torná-lo solúvel, condições que consideramos pouco prováveis de acontecer em corpos receptores. Neste teste, realizado segundo a metodologia descrita por Levan, foram detectadas alterações cromossômicas nas raízes entre 0,2 a 0,02% onde a concentração recomendada para prática agrícola é de 2 a 6% (Fiskesjö, 1969).

Esse mesmo procedimento foi realizado mas não se obteve sucesso. Uma segunda tentativa consistiu em dissolver diminutas quantidades diretamente no líquido-teste, sem trabalhar como se recomenda, com diluições, o que entretanto não permitiu boa solubilidade.

Quanto aos inseticidas testados, os resultados também não foram positivos e na literatura ainda não constam dados que possibilitem a comparação dos efeitos. Assim, o teste com cebolas parece ser seletivo não servindo para compostos orgânicos que são mais difíceis de atravessar as membranas celulares, talvez por possuírem cadeias moleculares muito longas e complexas.

Vale ressaltar que, nesta fase, algumas dificuldades de ordem prática já começaram a surgir. A primeira dificuldade refere-se aos tipos e proveniências das cebolas disponíveis no mercado, existindo dois tipos normalmente comercializados em momentos distintos

durante o ano e em geral cada qual em um semestre. Além disso, a qualidade das cebolas decaía muito nos meses de transição.

Assim, alguns testes foram sendo realizados somente para se comparar o comportamento dos dois tipos de cebolas à medida que estas se firmavam no mercado: a cebola de proveniência nacional (Pera Ipa 1 e Pera Ipa 2) e a cebola de proveniência argentina e como tal denominada comercialmente. As cebolas de origem argentina, ao final, mereceram preferência devido à uniformidade de tamanho; por permanecerem mais tempo no mercado, mantendo a mesma qualidade; por desenvolverem feixes com maiores quantidades de raízes. Quanto às cebolas nacionais além de não oferecerem vantagens como as descritas, em alguns testes elas desenvolviam fungos impossibilitando a tomada de resultados.

Com relação ao tamanho dos bulbos, estes não seguiram a dimensão recomendada na literatura de 2,0 a 2,5 cm de diâmetro, ao que parece, tamanhos freqüentes de cebolas nas regiões frias da Escandinávia. Na primeira etapa de experimentos, onde compostos puros de metais pesados foram testados, foram utilizados bulbos de diâmetros de 6,5 a 7,0 cm.

Quanto à qualidade da água recomendada para o controle e diluições, também não foi seguida a recomendação presente na bibliografia isto é, água de torneira. Procurou-se eliminar a possível presença de agentes inibidores ou tóxicos provenientes dos tubos galvanizados e mesmo os próprios compostos utilizados no tratamento da água, como o sulfato de cobre. Assim, os resultados referentes ao controle referem-se à água proveniente de um poço artesiano, coletada antes de receber algum tratamento.

Muito embora algumas adaptações metodológicas tenham sido feitas, os resultados para compostos de metais pesados foram positivos, observou-se uma relação direta entre concentração e efeito. Efeito esse, registrado como restrição no crescimento das raízes.

Ao que se refere ao cloreto de cádmio, houve inibição acentuada e decrescente em relação à concentração. A literatura refere-se a uma CE 50 (concentração efetiva) da ordem

de 3,5 mg/l (Fiskesjö, 1988b). Na concentração aproximada testada, isto é de 2,5 mg/l, o comprimento médio computado na série de 10 cebolas foi de 0,39 cm contra um controle de 5,41 cm.

Os resultados com o sulfato de cobre foram igualmente positivos, o que confirma as observações constantes da literatura, de que o teste de toxicidade com cebolas tem sido proveitoso para a demonstração dos efeitos biológicos do cobre presente nas águas de abastecimento. Os dados disponíveis referem-se à restrição no crescimento das raízes a partir de 0,05 mg/l, bem como, alterações cromossômicas nas células em divisão.

Nesse trabalho, observou-se restrição acentuada no crescimento das raízes e uma relação direta entre concentração e crescimento. Na concentração de 2,5 mg/l a média dos comprimentos foi de 0,21 cm, demonstrando um efeito mais tóxico que o devido ao cloreto de cádmio.

Embora a toxicidade dos íons metálicos seja de natureza complexa, muitos metais induzem maiores danos aos organismos do que outros. Segundo a literatura, para muitos peixes os resultados dos testes de toxicidade obedecem à seguinte ordem decrescente de toxicidade: mercúrio > cobre > zinco > cádmio (Branco, 1986). Quanto ao emprego de cebolas, testes de toxicidade aguda revelaram maiores restrições no crescimento das raízes na seguinte ordem: cobre > chumbo > zinco (Arambasic, 1994).

Quanto ao sulfato de zinco, foi o que demonstrou menor inibição do crescimento. Na mesma concentração de 2,5 mg/l a média dos crescimentos ficou em 2,63 cm contra um controle de 4,49 cm. Nesta série de experimentos ficou então demonstrado a seguinte ordem de toxicidade: cobre > cádmio > zinco.

Quanto aos efluentes industriais testados, as misturas níquel+sulfatos e cobre+cianeto demonstram um efeito tóxico similar até a concentração de 3,3%. Na concentração de 1,7%, a média de crescimento para o níquel+sulfatos foi de 0,42 cm valendo para o controle a média de 3,27 cm. Já para o cobre+cianeto, a média de

crescimento para a mesma concentração foi maior sendo de 1,77cm contra um controle cuja média apresentou 4,71cm.

Uma vez que várias adaptações tiveram que ser feitas decidiu-se elaborar uma segunda etapa de experimente para se estudar os vários fatores que pudessem interferir nos resultados. Assim foram consideradas como variáveis dependentes: a temperatura; qualidade da água de controle e diluições; o tamanho das cebolas e proveniência; e luminosidade.

Muito embora a utilização de água de torneira ofereça vantagens do ponto de vista prático, não oferece uma condição padrão uma vez que independentemente do tratamento químico sofrido, a sua composição química é variável. A única recomendação citada na bibliografia seria quanto à dureza total, que deve ser em torno de 50-70mg/l (Fiskesjö,1985b). Além disso, como já foi verificado através dos resultados descritos, o crescimento das raízes sofre sensível redução pela presença de zinco (presente em tubos galvanizados) e cobre (utilizado no tratamento de águas).

Resultados comparativos entre os crescimentos das raízes em água de torneira e água destilada encontram-se em Fiskesjö (1985b). Para um cultivo de 5 dias, o crescimento médio em água de torneira foi de 6,5 cm para um crescimento médio de 2,0 cm em água destilada. Aparentemente, a água de torneira utilizada era isenta de metais pesados (canos de plástico e não emprego de algicidas). Mas o menor desenvolvimento em água destilada só pode ser explicado pela baixa salinidade e pressão osmótica.

Assim, nos testes da segunda etapa, as cebolas foram cultivadas em água destilada, e ainda em várias concentrações de cloreto de sódio que, por se tratar de uma substância inócua, do ponto de vista toxicológico, influenciaria somente no equilíbrio osmótico das soluções, ao contrário da água destilada cuja pressão osmótica é inferior à das células.

As mesmas concentrações de cloreto de sódio foram testadas em condições ambientais (Experimento Zero) diferentes para se verificar o efeito da temperatura e

eventualmente da luz sobre o crescimento das raízes. Os resultados obtidos demonstram que houve uma relação direta entre concentração e crescimento das raízes nas três condições testadas. Na condição de temperatura controlada, isto é em 20 graus Celsius, os crescimentos médios foram mais expressivas atingindo 3,00 cm para 100 mg/l de NaCl. As melhores médias encontram-se nas faixas de 50 a 250 mg/l de NaCl.

Na condição ambiente e na condição ambiente sem luminosidade, os resultados foram muito similares entre si. As médias mais expressivas também valem para as mesmas faixas de concentração relativas à condição de temperatura controlada. Contudo, as médias computadas são muito menos expressivas, atingindo o comprimento máximo de 1,54 cm em temperatura ambiente e 250 mg/l NaCl.

Os resultados obtidos sugerem influência da temperatura enquanto que o procedimento original indica a montagem dos testes em ambiente com temperatura controlada em 20 graus Celsius e o material deve estar protegido contra a incidência de luz solar direta (Fiskesjö, 1988).

Ao que se refere à influência da baixa salinidade da água que parecia tão claramente demonstrada nessa série de experimentos - assim como nos de Fiskesjö - não foi confirmada nos experimentos que se pretendia avaliar a possível influência do tamanho dos bulbos. Os resultados desses testes, do ponto de vista da influência da salinidade, são caóticos e apenas no experimento 1 com o diâmetro 2 (6,5 a 7,0 cm) parece haver um efeito mais perceptível da baixa salinidade como fator de redução do crescimento. De qualquer modo, para as fases práticas do estabelecimento de uma condição ambiental ideal para a realização do teste de cebola, parece ser recomendável o uso de água com concentrações salinas maiores do que zero.

Com relação ao tamanho dos bulbos em si, parece evidente que os de diâmetro 1 (3,5 a 4,0 cm) proporcionaram um maior crescimento das raízes que os de diâmetro 2 (6,5 a 7,0 cm).

6- CONCLUSÕES

A conclusão geral do presente trabalho é de que o teste com raízes de cebola, para a detecção de poluição em corpos d'água, constitui um recurso prático, de baixo custo, e de sensibilidade razoável na indicação qualitativa da presença de substâncias tóxicas ou inibidores biológicos no meio aquático ou em efluentes de atividades antrópicas. Como teste para avaliação de caráter quantitativo, está sujeito, entretanto, a vários fatores aleatórios que vão desde a qualidade da cebola adquirida no mercado, até às condições ambientais no laboratório. Seu emprego principal - e de grande utilidade como tal - seria como um “sistema de alerta” para a indicação de alterações de qualidade de um corpo d'água, devendo ser utilizado, para esse fim, em avaliações rotineiras a serem continuamente comparadas entre si. Observada uma inibição sistemática do crescimento médio das raízes, recorrer-se-ia a um laboratório melhor equipado e ou a um levantamento sanitário da área de contribuição do manancial em apreço.

Como conclusões mais específicas, que contribuem para a avaliação acima pode ser salientado:

1. As concentrações mais baixas empregadas (1,5 mg/l) nos testes, de cádmio e cobre demonstraram já alta capacidade inibidora sobre as raízes de cebola. Ao que se refere ao zinco, este apresentou toxicidade moderada a 1,5 mg/l e crescente às concentrações sucessivas mais elevadas, resultados que demonstram a alta sensibilidade do teste aos sais de metais pesados.
2. Os efluentes industriais testados, contendo misturas de níquel e sulfato ou de cobre e cianeto, demonstraram-se altamente inibidores às concentrações mais baixas empregadas (0,7 % em água de poço artesiano) inibição esta que aumenta com maiores concentrações.

3. Os testes realizados com o objetivo de avaliar influências das condições ambientais do laboratório e demais condições experimentais sobre os resultados dos testes de cebola, revelaram :

a) Não existe influência pronunciada dos fatores luminosidade e temperatura sobre os resultados, significando a desnecessidade de estabelecimento de condições constantes desses parâmetros em benefício da simplicidade de aplicação do método;

b) quanto à água empregada para diluição ou como controle, nos testes, não deve ser de torneira, uma vez que foi demonstrado o efeito inibidor do zinco e do cobre, elementos que podem estar presentes em concentrações significativas nas canalizações ou fazer parte do processo de tratamento da água. Por outro lado, os resultados foram contraditórios com relação a um possível efeito do baixo valor osmótico da água destilada, embora com alguma indicação da conveniência de se adicionar entre 100 e 250 mg/l de NaCl para prevenir um tipo de interferência eventual;

c) é conveniente, porém, atentar-se para a necessidade de uma uniformidade no tipo e tamanho dos bulbos de cebola empregados. As cebolas de origem argentina, encontradas no mercado entre os meses de fevereiro e julho oferecem melhores resultados que as cebolas brancas, nacionais. O tamanho ideal, pela sua praticidade e melhor resposta, é o de 3,5 a 4,0 cm de diâmetro. Ao contrário do que é indicado na bibliografia, é preferível manter as cascas da cebola para evitar-se o seu murchamento.

7- RECOMENDAÇÕES

- 1.** Testes com maior número de substâncias e efluentes de composições conhecidas.
- 2.** Testes com águas de diferentes rios ou diferentes fontes ou um mesmo rio que receba poluição.
- 3.** Testes com outras variedades de cebolas cultivadas no Brasil.

8- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALONSO L. R. & BLUM J.R.C. Overview of Inland water pollution in Brazil. São Paulo, A.B.E.S., 1989.
- ARAMBASIC M. B. Acute toxicology of heavy metals (copper, lead, zinc), phenol and sodium on Allium cepa L., Lepidium sativum L. and Daphnia magna St.: comparative investigations and de practical applications. **Wat. Res.** **2**:497-503, 1995.
- BERGMAN, H. L. et. al. Environmental hazard assessment of effluents. Emsford, Pergamon Press, 1986. 366p.
- BRANCO, S.M. Observações sobre o comportamento de peixes em presença de certos compostos metálicos dissolvidos na água. **Rev. DAE**, **21**(37):37-41, 1960.
- BRANCO, S. M. Transferências e transformações de poluentes nas cadeias alimentares e ecossistemas aquáticos. **Rev. DAE**, **101**(35):27-31, 1975.
- BRANCO, S.M. **Hidrobiologia aplicada à engenharia sanitária**. 3^a ed. São Paulo, CETESB, 1986.
- BRANCO, S.M. **Ecossistemica, uma abordagem integrada dos problemas do meio ambiente**. São Paulo, Edgard Blücher, 1989.
- BRANCO, S.M. Considerações sobre a nova legislação brasileira de qualidade águas. São Paulo. **Revista DAE**, **49**(157):185-7, 1989a.
- BRANCO S. M. Considerações sobre a nova legislação brasileira de qualidade de águas. **Rev. DAE**, **49**(157):185-187, 1989b.

BRANCO S. M. & PIVELI, R. P. Avaliação da toxicidade de substâncias químicas através do teste de estabilidade relativa ao azul de metileno. São Paulo, Departamento de Saúde Ambiental da Faculdade de Saúde Pública da U.S.P., 1993.

CANECCHIO V. F. **Cultura de cebola**. Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1987.

CETESB. **Procedimentos para utilização de testes de toxicidade no controle de efluentes líquidos**. São Paulo, 1990.

CETESB. **Implementação de testes de toxicidade no controle de efluentes líquidos**. São Paulo, 1992.

CHARLES R.W. & RAYMOND J. H. **The pesticide manual**, 9th ed. The British Protection Council.

FISKESJÖ, G. Some results from allium tests with organic mercury halogenides. **Hereditas**, **62**:314-22, 1969.

FISKESJÖ, G. Two types of heterochromatin in allium made visible by a rapid C banding method. **Hereditas**, **78**:153-6, 1974.

FISKESJÖ, G. Mercury and selenium in a modified allium test. **Hereditas**, **91**: 169-78, 1979.

FISKESJÖ, G. Allium test on copper in drinking water; **Vatten**, **37**:232-240, 1981a.

FISKESJÖ, G. Benzo (a) pyrene and N-methyl-N-nitro-N-nitrosoguanidin in the allium test. **Hereditas**, **85**:155-62, 1981b.

FISKESJÖ, G. Nucleolar dissolution induced by aluminium in root cells of Allium. **Physiol. Plant.**, **59**:508-11, 1983.

- FISKESJÖ, G. Allium test on river water from Braan and Saxan before and after closure of a chemical factory. **Ambio**, **12**(2):99-103, 1985a.
- FISKESJÖ, G. The Allium test as a standard in environmental monitoring; **Hereditas** **102**, :99-112, 1985b.
- FISKESJÖ, G. Na alternative in environmental studies: the relative toxicity of metal ions. **Mutation Res.**, 197:243-26-, 1988.
- FISKESJÖ, G. Allium test in wastewater monitoring. **Environ. Toxicol. Water Qual.**, **8**:291-98, 1993a.
- FISKESJÖ, G. Allium test I: A 2-3 day plant test for toxicity assessment by measuring the mean root growth of onions (*Allium cepa* L.) **Environ. Toxicol. Water Qual.**, **8**:461-70, 1993b.
- FISKESJÖ, G. The Alium test: a potencial standard of assessment of environmental toxicity. In: Gorsuch, J. W. et. al. **Environmental toxicology and risk assessment**. Philadelphia, American Society for Testing and Materials; 1993c. v. 2, p.331-45.
- FISKESJÖ, G. Allium test II: assessment of a chemical's genotoxic potential by recording aberrations in chromosomes and cell division in root tips of *Allium cepa* L. **Environ. Toxicol. Water Qual.**, **9**:235-41, 1994.
- GOLDSTEIN, E. G. et. col. Dispersão de efluentes e os padrões ambientais. **Ambiente**, **7**(1):12-7, 1993.
- LAWS, E. A. **Aquatic pollution an introductory text** 2nd ed. Honolulu, John kwiley & Sons, 1993.

MARTINS, J. P. & MONTICELLI, J.J. **A luta pela água nas bacias dos rios Piracicaba e Capivari**. São Paulo, EME, 1993.

PEREIRA et. al. Bioensaios: un programa a serviço do controle da poluição resultados finais. **Ambiente**, 1(1):32-36, 1987.

RAND & PETROCELLI, J. R. **Fundamentals of aquatic toxicology**. Washington, D.C., MacGraw Hill, 1985.

SÁFADI, R.S. Emprego de planárias de água doce, *Giardia tigrina* na avaliação de toxicidade de compostos metálicos. São Paulo, 1993. [Dissertação de mestrado apresentado ao Instituto de Biociências da U.S.P.].

WANG W. et. col. **Plants for environmental studies**. New York, Lewis Publishers, 1997.

ANEXO 1

ESQUEMAS DOS GABARITOS UTILIZADOS PARA SELEÇÃO DOS BULBOS

FIGURA 1) GABARITO PARA O DIÂMETRO 1 (3,5-4,0 cm).

FIGURA 2) GABARITO PARA O DIÂMETRO 2 (6,5-7,0 cm).