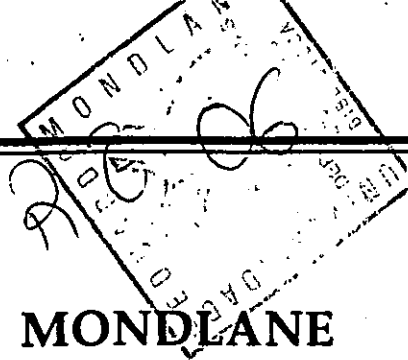


B1810-189



**UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE**

**FACULDADE DE BIOLOGIA**

**TRABALHO DE LICENCIATURA**

**APLICAÇÃO DE UM MÉTODO BIOLÓGICO NO ESTUDO DA TOXICIDADE AGUDA DAS  
ÁGUAS DE DESCARGA DA FÁBRICA TEXTOM E PARTE DO RIO MATOLA**

**POR:**

**MARCELINO EURICO DE SALES LUCAS**

**SUPERVISÃO: Dr<sup>a</sup> INGEGERD FRANGSTROM**

***Maputo, Janeiro de 1992***

28/4/92 3<sup>o</sup> → REUNIAO + AVALIAÇÃO  
e LISTA PER QUNTAS<sup>o</sup>  
7/5/92 5<sup>o</sup> Feira - Data apresentação  
HORA 14.30

## AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi possível em grande parte devido ao apoio e dedicação desempenhado pela Dr<sup>a</sup> Ingegerd Fangström, que o supervisou, transmitindo valiosos conhecimentos. A ela gostaria de deixar, aqui, expressa a minha profunda gratidão.

Muitas foram as instituições e pessoas que duma forma directa ou indirecta contribuíram para a concretização deste trabalho, pelo que não é possível mencionar, aqui, todos, a quem gostaria de manifestar os meus sinceros agradecimentos. No entanto, meu agradecimento é expresso a Divisão do Meio Ambiente do I.N.P.F. em particular ao Dr. Bernardo Ferraz; ao L.N.H.A.A. do Ministério da saúde, por todo o apoio prestado, em especial pelos Dr. Evaristo Baquete e Ângela Fernandes; ao Dr. Igor Mantsurov da Faculdade de Matemática (U.E.M.), Dr. Orlando Quilambo da Faculdade de Biologia (U.E.M.) e Dr. Leonardo Riveruzzi do D.H.A. (Ministério da Saúde).

Por último, mas em especial, gostaria de deixar registada a minha profunda gratidão a Sr<sup>a</sup> Adelina Madeira, da Divisão do Meio Ambiente do I.N.P.F., por todo o seu empenho e dedicação na resolução de problemas administrativos de vária ordem que surgiram durante a elaboração deste trabalho e ao Sr. Horácio Uamusse da TEXLOM, pelo fornecimento dos dados referentes a fábrica TEXLOM.

## SUMÁRIO

Neste estudo, fez-se a aplicação prática dum teste biológico de toxicidade aguda de águas. A espécie usada no teste foi Allium cepa L. (cebola comum). Como objecto de estudo, foram usadas as descargas líquidas da fábrica têxtil TEXLOM e a porção do rio Matola mais directamente sob influência destas. Assim, durante o período que foi do dia 20 de Dezembro de 1990 e 31 de Maio de 1991, foram colhidas 8 amostras de descargas da fábrica TEXLOM e 11 amostras do rio (subdivididas em três pontos).

Os testes efectuados demonstraram que todas as amostras das descargas da fábrica apresentavam um nível de toxicidade que pode ser considerado potencialmente prejudicial ao ambiente. Os testes efectuadas nas águas do rio, fizeram notar que estas descargas têm um impacto notavel no rio Matola até a aproximadamente 200 metros da descarga da fábrica, em direcção ao estuário.

Na avaliação do teste biológico aplicado neste estudo, conclui-se que este é prático e aplicável as condições do nosso país.

## ÍNDICE

	Pag.
1. Introdução.....	1
2. Area de estudo.....	7
3. Materias e métodos.....	8
3.1. Teste da cebola.....	8
3.2. Colheitas das amostras.....	10
3.3. Análises no laboratório.....	11
3.4. Análises estatísticas.....	12
3.5. Dados referentes a produção da fábrica.....	13
4. Resultados.....	14
5. Discussão.....	34
5.1. Toxicidade no rio.....	34
5.2. Toxicidade das descargas.....	36
5.3. Teste da cebola.....	40
6. Conclusões e recomendações.....	43
7. Referências bibliográfica.....	45

## LISTA DE ABREVIATURAS

APHA	.....	American Public Health Association
AWWA	.....	American Water Works Association
D.N.A.	.....	Direção Nacional de Aguas
I.N.P.F.	.....	Instituto Nacional de Planeamento Físico
ISO	.....	International Organization of the Standardization
L.N.H.A.A.	...	Laboratório Nacional de Higiene das Aguas e Alimentos
U.E.M.	.....	Universidade Eduardo Mondlane
UNEP	.....	United Nations Environment Programme
WHO	.....	World Health Organization
WPCF	.....	Water Pollution Control Federation
WTW	.....	Wissenschaftlich - Technische Wernkstätten

## 1. INTRODUÇÃO

Em todo o mundo, o problema da poluição e de outras perturbações do meio ambiente, tem sido alvo de preocupação crescente. A presença de poluentes tóxicos no meio ambiente têm vindo a aumentar de uma forma alarmante nas últimas décadas (Stagg, 1986).

O nosso ambiente contém um largo número de produtos naturais, bem como um crescente numero de compostos químicos sintéticos. Por exemplo, mais de 60.000 produtos químicos são actualmente comercializados nos Estados Unidos da América (Jameson, 1984). Para além destes, ainda existem outras fontes de poluentes químicos, tais como esgotos de fábricas, gases produzidos por diversas acções do homem e produtos da degradação de lixos.

A investigação sistemática dos efeitos de produtos químicos com qualidades potencialmente prejudiciais para o meio ambiente, é relativamente recente, após o desenvolvimento da indústria química e farmacológica. Depois da segunda guerra mundial, esta tem vindo a intensificar-se, em particular nos países mais desenvolvidos (Draper, 1986).

Muitas leis, legislações e decretos, são elaborados em vários países do mundo tendo em vista evitar (ou combater) a poluição e seus efeitos (Draper, 1986). Estas medidas, tomadas principalmente nos países desenvolvidos, podem se reflectir nos países do terceiro mundo, que se encontram ainda numa fase inicial do seu desenvolvimento e sem grandes recursos para o controle de tal situação. Eles veem-se na eminência de servirem de refúgio para a montagem de técnicas altamente poluentes, agravando-se assim os seus problemas (para além da possibilidade de muitas das suas indústrias já instaladas apresentarem equipamentos ultrapassados e sem nenhum sistema de tratamento das descargas antes do seu lançamento para o meio ambiente).

Um dos aspectos mais preocupante deste problema, tem sido a poluição de águas, que se agrava cada vez mais nos países pobres. Devido aos poucos recursos técnicos e financeiros, nada ou pouco se tem feito para controlar esta situação. É de salientar que em muitos destes países, as condições higiénicas e de saneamento do meio são extremamente baixas, o que tem levado a uma elevada contaminação microbiológica (Lloyd e Helmer, 1991), a que agora se une a contaminação pela indústria e agricultura. Em muitos dos países pobres, a escassez de água faz-se sentir durante certos períodos do ano, realçando ainda mais a necessidade de os poucos recursos hídricos disponíveis deverem ser bem controlados (Hart e Allonson, 1984; UNEP, 1990).

Vários são os rios, lagos e mares dos países do terceiro mundo que têm sido referidos como apresentando grandes níveis de poluição. Um exemplo é o rio Matola, localizado na província do Maputo em Moçambique, referido em Bliss-Guest (1983), como apresentando-se poluído devido a acção da fábrica têxtil TEXLOM.

Devido ao facto dos poluentes poderem exercer vários efeitos nefastos a diferentes níveis de organização biológica, um grande número de métodos de investigação tem sido empregue no seu estudo. Tanto métodos químicos como biológicos têm sido desenvolvidos e utilizados, embora muitos deles, pareçam ter um valor limitado (Abel, 1989).

O facto da medição de toxicidades ou perigo potencial para o meio ambiente, conter aspectos complicados, como por exemplo: os efeitos de sinergismo ou antagonismos e a variação na sensibilidade das espécies, leva a que até hoje não tenham sido encontrados métodos que se possam considerar satisfatórios em todas as circunstâncias. Todos eles apresentam as suas vantagens e desvantagens, apesar de nos últimos tempos, segundo Mayer, Jr. e Eilersieck (1988) haver uma preferência pela utilização dos indicadores biológicos

Do ponto de vista biológico, um efeito tóxico é significativo se influenciar, real ou potencialmente, a fisiologia ou comportamento dos organismos em causa, bem como alterar sua capacidade de crescimento, reprodução ou mortalidade, ou a sua dispersão parental, desde que estes sejam determinantes na abundância e distribuição das espécies (Abel, 1989).

Os testes biológicos, segundo Ellenberg (comunicação pessoal a Kohler e Labus), são medições de organismos ou comunidades, que pela sua presença ou reacções são indicadores de definidos factores ecológicos ou poluentes (Kohler e Labus, 1983). Na botânica limnológica podem-se definir três tipos de indicadores: 1) Espécies aquáticas de plantas e suas comunidades que já são conhecidas como sendo muito sensíveis a certos tipos de mudanças no ambiente; 2) Análise do conteúdo de plantas que indicam o estágio de poluição por acumulação de tóxicos; 3) Plantas de teste, usadas para testes de toxicidade em laboratório e que apresentam uma gama de mudanças mensuráveis quando expostas a poluentes (Kohler e Labus, 1984).

As plantas são os produtores em todos ecossistemas, consequentemente, os efeitos tóxicos nas plantas são importantes para a sobrevivência e equilíbrio de todo sistema. Além disso, a acumulação de tóxicos nas plantas pode passar a níveis superiores da cadeia alimentar, muitas vezes até em níveis mais concentrados (Wilkinson, 1986). Por isso, as plantas são utilizadas em vários testes biológicos, embora o uso de animais provavelmente seja o mais comum. O uso de plantas em testes de toxicidade têm sido aconselhado por alguns autores considerando que as plantas são de fácil armazenamento, manuseio, relativo baixo custo e apresentam muito boa correlação com outros sistemas de testes (Fiskesjö, 1985).

Os testes de toxicidade podem consistir em: testes de toxicidade crónica e testes de toxicidade aguda. Segundo Walsh (1986) um teste de toxicidade crónica é um teste em que há uma exposição do organismo ao tóxico por períodos de tempo longos,



geralmente por um ciclo reprodutivo inteiro ou por uma porção do seu ciclo de vida, que inclui os estágios mais sensíveis. Um teste de toxicidade aguda é um teste designado para determinar a mortalidade ou outro efeito drástico, num período de tempo relativamente curto, geralmente 48 à 96 horas (Walsh, 1986; Mayer, Jr e Ellersieck, 1988).

Os testes de toxicidade aguda datam de há mais de 20 anos (Mayer, Jr and Ellersieck, 1988). O seu uso e aplicação dos seus dados têm ganho grande aceitação no meio dos toxicologistas das águas. Estes testes desempenham um papel preponderante nos testes requeridos nas leis de muitos países (Mayer, Jr and Ellersieck, 1988).

Em termos da sua utilização em estudos do risco para os ambientes aquáticos, os testes de toxicidade aguda foram considerados os melhores de entre 15 testes avaliados por Brungs e Mount (1978) e Macek et al (1978). Nesta avaliação, foram usados 6 critérios, nomeadamente: 1) significado ecológico dos efeitos; 2) reconhecimento legal e científica; 3) avaliação da aceitabilidade da metodologia usada; 4) utilização dos resultados na predição dos efeitos no ambiente aquático; 5) aplicabilidade geral para todas as classes de químicos; 6) simplicidade e custo dos testes.

Os méritos e também as limitações dos testes de toxicidade aguda têm sido grandemente discutidos. Os seus métodos e usos têm sido extensivamente revistos (Abel, 1989; Mayer e Ellersieck, 1988), não havendo no entanto nenhuma concordância universal quanto ao seu valor. Muitos são os autores que apesar de serem favoráveis a utilização destes testes, aceitam a possibilidade de não existir outra medição ou avaliação dos riscos químicos para a vida aquática que tem sido "mais grosseiramente medido, mal interpretado e usado, como os testes de toxicidade aguda" (Mayer, Jr e Ellersieck, 1988). Outros defendem que os testes de toxicidade não aguda (crónica) são os mais apropriados, porque os testes de toxicidade aguda subestimam grandemente o risco

exposto por produtos químicos que são pobremente absorvidos, acumulados, ou são de acção cumulativa (Abel, 1989).

Importa referir que normalmente os testes de toxicidade aguda são conduzidos em laboratório sob condições arbitrariamente definidas, que são incapazes de simular perfeitamente as condições naturais. Isto significa que os resultados nem sempre são uma predição do efeito tóxico duma substância ou "efluente" no ambiente, visto que muitos outros factores podem influenciar este efeito tóxico, como por exemplo: a presença de materiais orgânicos e inorgânicos, dureza, pH e capacidade tampão (Abel, 1989). Sendo assim, para uma predição mais correcta, em condições ambientais específicas, os resultados obtidos pela aplicação destes testes de toxicidade, devem ser complementados por dados obtidos em condições ambientais referentes a simulações ambientais mais próximas, ou por dados obtidos no campo (ISO, 1979; Walsh, 1986).

No entanto, comparativamente a outros tipos de testes, como por exemplo os testes químicos, os testes de toxicidade aguda são relativamente mais económicos e com menores necessidades de equipamento (Wilkinson, 1986). A maior parte destes testes podem ser feitos por pessoas com pouco treino (Duffus, 1986). Deste modo, estes testes têm ganho grande importância em estudos básicos, que podem servir de inquérito preliminar para estudos mais aprofundados sobre toxicidade, principalmente quando a disponibilidade de recursos é reduzida. Por exemplo, o teste da Daphnia é sugerido por Coler e Rockwood (1989) enquanto o teste da cebola por Fiskesjö (1985), para estudos do género. Assim, os testes de toxicidade aguda devem desempenhar um papel muito importante nos países do terceiro mundo.

Sendo Moçambique um país em vias de desenvolvimento e pobre, com poucos recursos técnicos e financeiros para controlar o impacto ambiental dum desenvolvimento industrial, torna-se necessário identificar metodologias adequadas de avaliação ou

prevenção da degradação do meio ambiente. Assim, porque o rio Matola tem sido usado como exemplo da poluição química de águas em Moçambique, e as fábricas téxtis são tidas como sendo poluidoras (em termos de descargas líquidas) (Granmo et al, 1985), achou-se oportuna a realização dum estudo com os seguintes objectivos:

1) Testar na prática um método biológico de toxicidade aguda de águas, dentro das disponibilidades actuais do país, de forma a que os resultados possam servir para estudos futuros do género.

2) Dar uma impressão preliminar da toxicidade e do possível efeito das descargas da fábrica téxtil TEXLOM.

3) Apresentar uma ideia preliminar da toxicidade do rio Matola na região mais próxima da fábrica TEXLOM.

## 2. AREA DE ESTUDO

O rio Matola encontra-se localizado na província do Maputo e apresenta um comprimento de cerca de 52 km. É um rio considerado do tipo B, isto é, apresenta um caudal variável dependente da estação do ano (Bereslawski, 1986). No seu percurso, este rio passa próximo à zona industrial de Maputo, sita na Matola, onde recebe as descargas líquidas duma fábrica têxtil (Texlom) e outra de curtumes (União de Curtumes de Moçambique) - ver o mapa na Figura 1 - indo desaguar na Baía do Maputo.

Este rio apresenta uma salinidade elevada, razão pela qual, dele se extrai sal (NaCl). Esta elevada salinidade, segundo Bereslawski (1986), é devida à geologia do rio e não à intrusão salina. Contudo, até à pelo menos 2 km a montante da TEXLOM, as águas do rio por vezes tomam sentido inverso, o que significa que também devem ser influenciadas pela água do mar.

As águas testadas foram recolhidas no canal que liga a conduta de drenagem da fábrica têxtil TEXLOM e o rio Matola (seguidamente denominado de descarga), e em determinados pontos deste rio. A localização e distância entre os pontos do rio podem ser vistas no mapa da Figura 1.

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 TESTE DA CEBOLA

Para este trabalho o indicador escolhido foi a cebola, Allium cepa L. A cebola é sugerida por alguns autores como um bioteste estandardizado para o estudo da toxicidade aguda das águas, devido a sua reconhecida sensibilidade, fácil execução e baixo custo (Fiskesjo, 1985). O método inclui diversos parâmetros de estudo, tanto microscópicos como macroscópicos como, por exemplo, a forma dos cromossomas, turgescência e comprimento das raízes (Fiskesjo, 1985). Para este trabalho o parâmetro seleccionado foi o comprimento das raízes, por se revelar mais acessível, nas condições disponíveis.

As cebolas foram obtidas no mercado (provenientes da empresa de Hortofrutícolas) onde eram compradas 2 dias antes do teste e posteriormente armazenadas a temperatura de laboratório (20-25°C). Cebolas de igual tamanho e semelhança externa, foram escolhidas para os testes das águas em estudo e foi observado o comprimento das suas raízes depois de 4 dias.

Séries de 12 cebolas foram colocadas em tubos de cultura (cada cebola no seu tubo). Cada série continha um determinado tipo de água de teste. Estas soluções eram substituídas por outras da mesma composição após 48 horas. O teste era dado por concluído depois de 96 horas.

Escolheram-se as 10 cebolas que apresentassem "melhor" crescimento e de cada cebola fizeram-se, directamente com uma régua, as medições das 10 raízes aparentemente mais compridas.

ESTUDO SOBRE A POLUIÇÃO DO RIO MATOLA

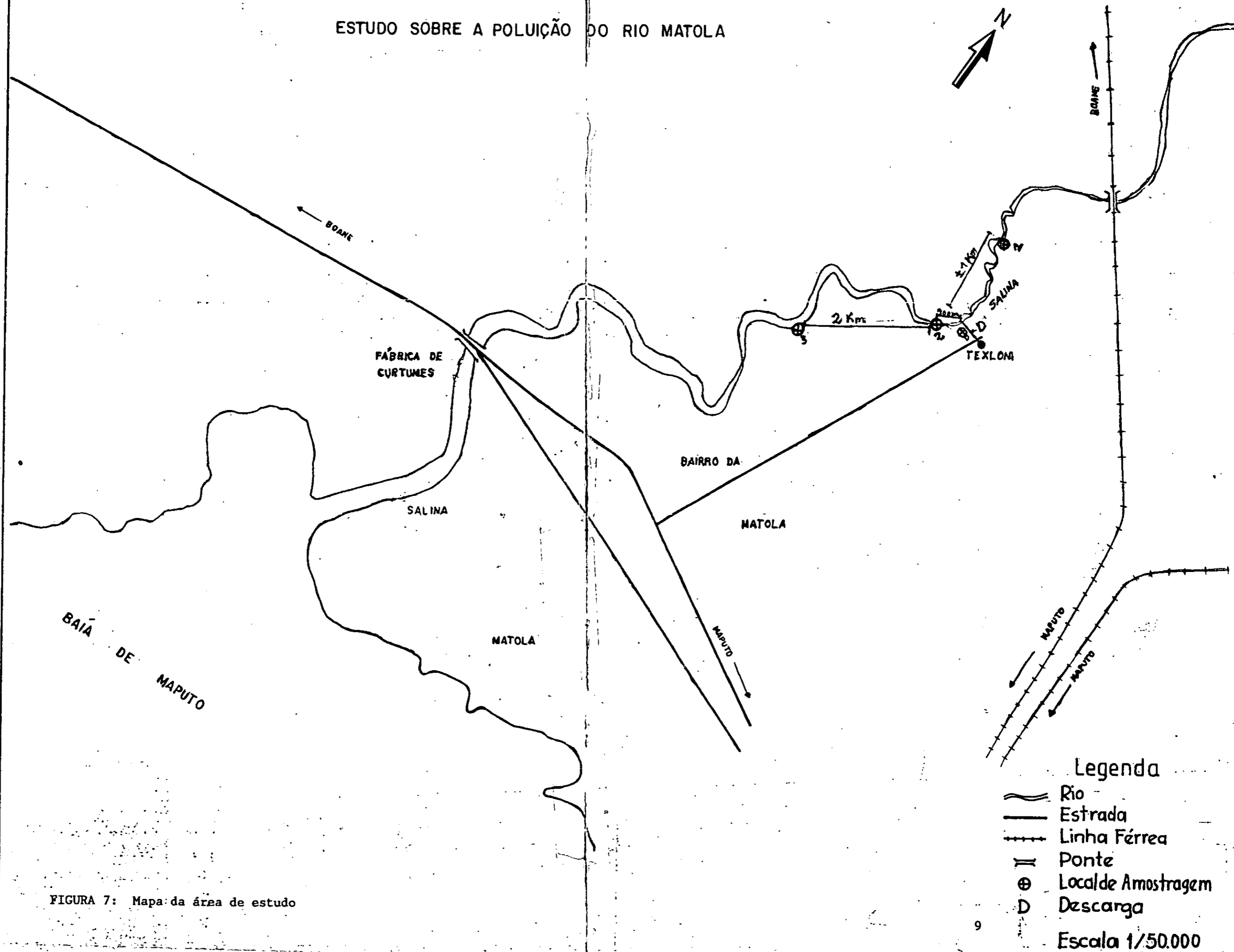


FIGURA 7: Mapa da área de estudo

As descargas para além testadas sem nenhuma diluição, isto é, concentração de 100%, foram feitas diluições de modo a se obter concentrações de 50%, 25% e 12.5%. As diluições foram feitas com água destilada. Para a testagem dos pontos 1, 2 e 3, foi escolhida a diluição de 50%. Como controle dos testes foi usada água destilada.

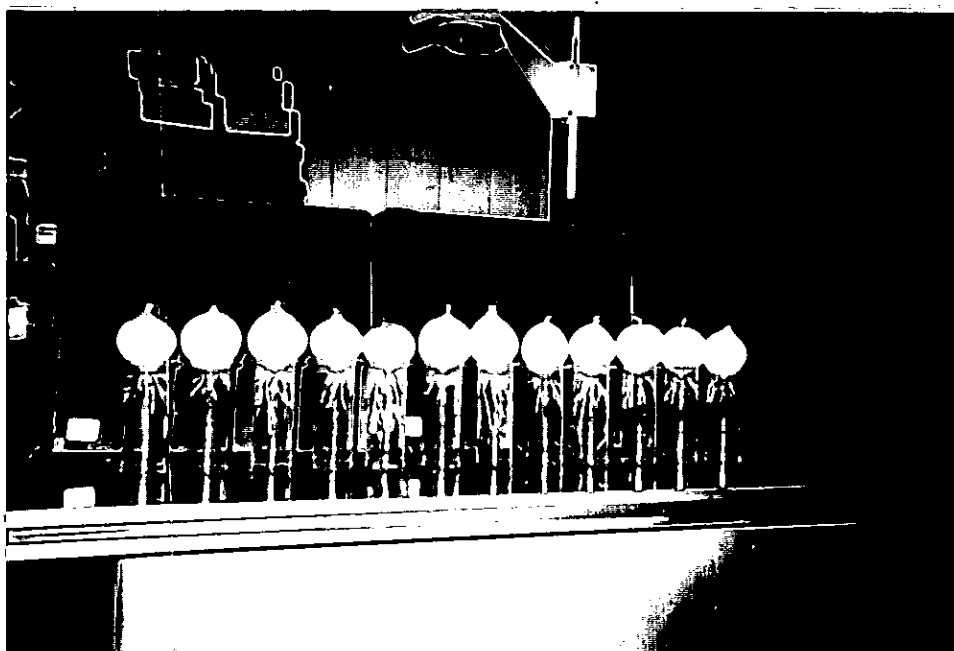


FIGURA 2: Fotografia duma série do teste da cebola (12 cebolas) cultivadas em água destilada (no seu 42 dia).

### 3.2 COLHEITA DAS AMOSTRAS

Para a amostragem foram escolhidos ao longo do rio 3 pontos seguidamente designados por ponto 1, 2 e 3, localizados em ordem numérica crescente, em direcção a Baía do Maputo (Figura 1), onde se fizeram as colheitas de água (seguindo-se a mesma ordem) num total de 4 no ponto 1 e 2, e 3 no ponto 3. A água foi colhida mecanicamente e superficialmente na margem esquerda do rio pelo simples enchimento de vasilhas plasticas de 5 l, previamente lavadas e passadas pela água de colheita. Colhida a amostra, esta

era transportada até ao laboratório (nestas mesmas vasilhas fechadas) a temperatura ambiente num período não superior a 2h. As amostras eram armazenadas na geleira (4°C) caso o teste da água se realizasse num limite de 4 dias, e armazenada na forma congelada, caso o teste se prevesse realizar após 4 dias (neste caso as amostras eram transferidas para a geleira 2 dias antes do início do teste).

As amostras da descarga da fábrica foram colhidas no canal que liga a conduta da fábrica ao rio, também pelo simples enchimento das vasilhas e tiveram o mesmo tratamento que as dos pontos do rio.

Durante a amostragem, aspectos como sentido da corrente, cor da descarga e temperatura, foram anotados.

### 3.3 ANÁLISES NO LABORATÓRIO

Chegadas as amostras ao laboratório, o pH era medido de imediato com um pH-metro electrónico de marca Beckman-modelo 4500. 500ml da amostra eram retirados para as determinações de condutividade e cloretos.

A medição da condutividade foi feita directamente utilizando-se um condutímetro de marca WTW-modelo LF91. As medições foram feitas a uma temperatura de aproximadamente 25°C, tendo sido a leitura feita directamente em msiemens/cm.

A análise da concentração de iões de cloreto foi feita usando-se o método de Mohr (APHA, AWWA e WPCF, 1985). Neste estudo, retirou-se 1ml da amostra e fez-se um volume de 100ml com água destilada num balão volumétrico. Adicionou-se 1ml de indicador (cromato de potássio) e titulou-se com uma solução de nitrato de prata a 0.1 N.



A concentração do ião cloreto é dada pela fórmula:

$$Cl^- \text{ (mg/l)} = \frac{(a-b) \times N \times 35,45 \times 1000}{V}; \text{ onde:}$$

a = Volume de titulante gasto na titulação da amostra (ml).

b = Volume de titulante gasto na titulação do branco (ml).

N = Normalidade da solução titulante.

V = Volume da amostra analisada (ml).

### 3.4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

A média de crescimento das raízes das cebolas de cada série, foi calculada fazendo-se a média de todas as raízes medidas nas 10 cebolas (sendo o limite máximo de 10 raízes por cada cebola - as 10 aparentemente mais compridas). O valor obtido corresponde ao crescimento médio das cebolas duma dada amostra.

Para cada amostra testada foram calculados os desvios padrão, amplitude e variancias. Para a comparação entre o crescimento nas diferentes amostras de água, foi usado o teste de hipótese de igualdade de duas populações não-correlatas com desvios padrão conhecidos (Berquö et al, 1981). A fórmula usada foi:

$$Z = \frac{M_1 - M_2}{\sqrt{\frac{V_1}{N_1} + \frac{V_2}{N_2}}}$$

Onde:  $M_1$  = Média de crescimento da amostra 1

$M_2$  = Média de crescimento da amostra 2

$V_1$  = Variância da amostra 1

$V_2$  = Variância da amostra 2

$N_1$  = Número total de raízes medidas na amostra 1

$N_2$  = Número total de raízes medidas na amostra 2

O valor de Z foi usado para se conhecer a probabilidade das médias das amostras serem iguais (Tabela de probabilidade cumulativa, Anexo 1). O valor de probabilidade escolhido como limite duma diferença significativa foi de 0.05.

### 3.5 DADOS REFERENTES A PRODUÇÃO DA FÁBRICA

Para a obtenção dos dados referentes as quantidades de tecido produzidas pela fábrica TEXLOM nos dias de amostragem, tipo de produção efectuado e outras informações, foi feito um inquérito a secção de acabamentos desta fábrica. Para o conhecimento da vazão ou consumo de águas pela fábrica no processo produtivo, foram feitos cálculos aproximados baseados em dados fornecidos pela mesma secção, que é a principal responsável pelo consumo de água e uso de produtos químicos no processo produtivo.

#### 4. RESULTADOS

Os resultados do estudo são apresentados nas tabelas 1 a 13 e nas figuras 3 a 7

Na tabela 1, podem ser vistos os valores médios dos comprimentos das raízes das cebolas cultivadas nas águas dos diferentes pontos de amostragem do rio Matola (diluição de 50%) e os respectivos valores de inibição em relação ao crescimento nos respectivos controles de água destilada. Podem ainda ver-se os respectivos valores de desvio padrão, amplitude, variância e o nº total das raízes usadas no teste (valor de N). Esta tabela encontra-se subdividida em a), b), c) e d), correspondentes cada uma a diferentes dias de amostragem. Os mesmos resultados são mostrados nas Figuras 3 e 4, sob a forma de histograma. Pode-se observar que as águas do rio sempre têm um efeito inibidor no crescimento das raízes das cebolas, em relação ao crescimento no controle de água destilada. Anota-se que a taxa de inibição têm tendência a ser mais alta no ponto 2, o ponto mais próximo da influência das descargas (figura 3); sendo decrescente, durante o período de estudo, no ponto 1; variável no ponto 2 e estável no ponto 3 (figura 4).

TABELA 1-a)

Resultados do teste da cebola efectuado nas amostras colhidas nos pontos 1 e 2 no dia 29 de Março de 1991.

	Comprimento médio (cm)	Desvio padrão	Amplitude (cm)	Variância	Valor de N	Inibição (%)
<i>efeito do</i> Ponto 1	0.815	0.4332	2.6	0.1876	64	80
Ponto 2	0.680	0.3836	1.6	0.1472	50	84
Controle	4.147	0.7429	4.2	0.5519	100	-

20%

TABELA 1-b)

*o ponto 1 é sob a influencia da  
reserva de febre*

Resultados do teste da cebola efectuado nas amostras colhidas nos pontos 1, 2 e 3 no dia 10 de Maio de 1991.

	Comprimento médio (cm)	Desvio padrão	DMF	Amplitude (cm)	Variança	Valor de N	Inibição (%)
Ponto 1	0.815	0.3662	-	1.3	0.1341	100	75
-18% Ponto 2	0.674	0.2532		1.3	0.0641	100	79
Ponto 3	0.897	0.2784		1.2	0.0775	100	72
Controle	3.226	0.6148		3.2	0.3777	100	-

\* Neste dia o sentido da corrente era inverso.

NAO INIBICAO  
± 5

*Diferença mínima. Não colta.*

TABELA 1-c)

Resultados do teste da cebola efectuado nas amostras colhidas nos pontos 1, 2 e 3 no dia 21 de Maio de 1991.

	Comprimento médio (cm)	Desvio padrão	Amplitude (cm)	Variança	Valor de N	Inibição (%)
Ponto 1	1.091	0.3430	1.9	0.1176	100	69
-11% Ponto 2	0.977	0.4375	1.8	0.1914	100	72
Ponto 3	0.975	0.3853	1.5	0.1485	100	72
Controle	3.464	0.4778	1.9	0.2283	100	-

-10%

TABELA 1-d)

Resultados do teste da cebola efectuado nas amostras colhidas nos pontos 1, 2 e 3 no dia 31 de Maio de 1991.

	Comprimento médio (cm)	Desvio padrão	Amplitude (cm)	Variança	Valor de N	Inibição (%)
Ponto 1	1.760	0.7487	3.3	0.5605	98	58
Ponto 2	0.956	0.3398	1.5	0.1154	91	77
Ponto 3	1.282	0.4139	1.8	0.1713	100	69
Controle	4.175	0.5449	3.0	0.2969	100	-

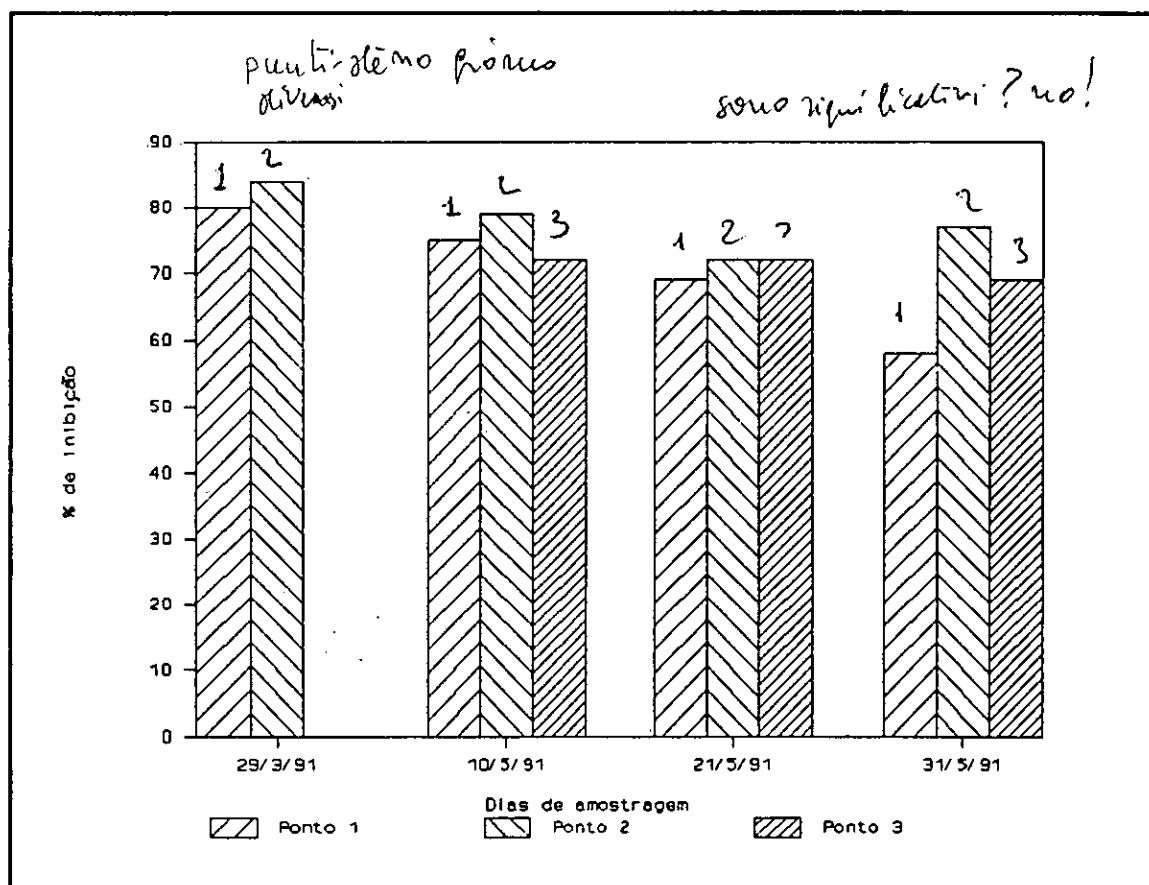


FIGURA 3: Comparação das inibições no crescimento das raízes das cebolas cultivadas nas águas dos vários pontos de amostragem do rio, nos respectivos dias de amostragem.

Fig 4

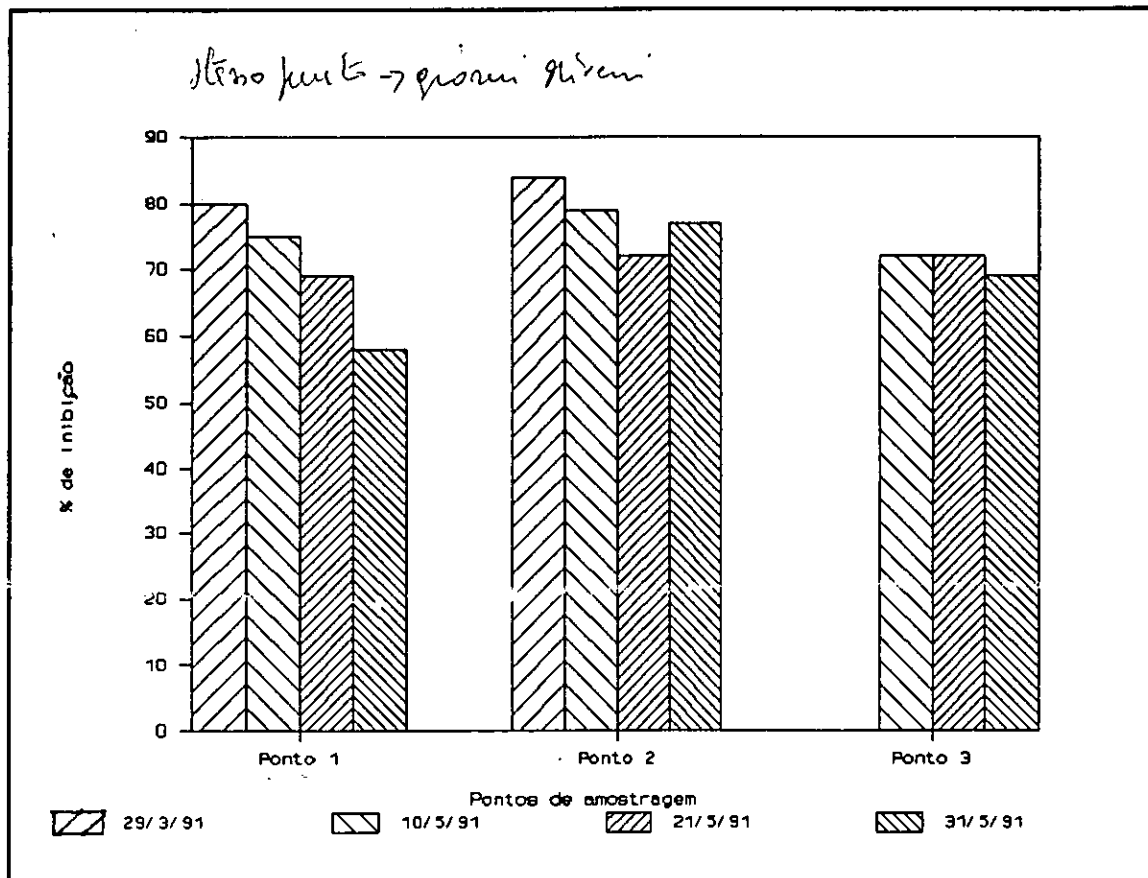


FIGURA 4: Comparação da inibição do crescimento das raízes das cebolas cultivadas em vários dias de amostragem, nas respectivas amostras dos pontos do rio.

Na tabela 2 estão representados os valores dos comprimentos médios das raízes das cebolas cultivadas nas diferentes soluções das descargas da Texlom e suas respectivas diluições. Estão ainda referidos os respectivos valores de inibição em relação ao crescimento das raízes em água destilada (controles), os desvios padrão, amplitudes, variancias e o número de raízes usadas no teste. A tabela apresenta 8 alíneas, de a) a h), que são referentes as respectivas datas de amostragem. Os mesmos resultados são apresentados sob a forma gráfica nas Figuras 5 e 6. Pode se observar que as descargas testadas, sem nenhuma diluição, sempre têm um efeito inibidor. O nível de inibição varia nos diferentes dias de teste (figuras 5 e 6). Nota-se, a partir da figura 6 que as taxas de inibição apresentadas pelas descargas dos diferentes dias parecem subdividirem-se em 2 (ou talvez 3) grupos principais: um, com valores de inibição a volta

dos 80%, e outro com inibições perto dos 50%, nas concentrações mais elevadas. Na figura 6 são apresentados apenas os resultados das descargas em que foram testadas mais de 3 diluições. As diferenças de inibição observadas têm significado estatístico, segundo os resultados apresentados na tabela 11-b).

TABELA 2-a)

Resultados do teste da cebola efectuado com algumas concentrações da descarga do dia 20/12/90.

Concentração (%)	Comprimento médio (cm)	Desvio padrão	Amplitude (cm)	Variança	Valor de N	Inibição (%)
100	0.541	0.1990	0.9	0.0394	100	90
50	1.746	0.6896	3.0	0.4755	100	68
Controle	5.310	1.4169	5.7	2.0075	100	-

TABELA 2-b)

Resultados do teste da cebola efectuado com diferentes concentrações da descarga do dia 31/1/91.

Concentração (%)	Comprimento médio (cm)	Desvio Padrão	Amplitude (cm)	Variança	Valor de N	Inibição (%)
100	1.530	0.6969	2.7	0.4857	88	56
50	2.249	0.7242	3.0	0.5244	95	35
25	3.176	1.3468	5.4	1.8139	87	8
Controle	3.444	1.1595	5.0	1.3444	73	-

TABELA 2-c)

Resultados do teste da cebola em diferentes concentrações da descarga da TEXLOM do dia 22/2/91.

Concentração (%)	Comprimento médio (cm)	Desvio padrão	Amplitude (cm)	Variança	Valor de N	Inibição (%)
50	0.990	0.4467	1.7	0.1996	88	66
25	2.166	0.9138	3.5	0.8350	89	26
Controle	2.932	0.9435	4.4	0.8902	100	-

TABELA 2-d)

Resultados do teste da cebola efectuado a descarga da TEXLOM do dia 29/3/91.

Concentração (%)	Comprimento médio (cm)	Desvio padrão	Amplitude (cm)	Variança	Valor de N	Inibição (%)
100	2.839	1.2827	5.1	1.6454	99	32
Controle	4.147	0.7429	4.2	0.5519	100	-

TABELA 2-e)

Resultados do teste da cebola efectuado em algumas concentrações da descarga do dia 3/5/91.

Concentração (%)	Comprimento médio (cm)	Desvio padrão	Amplitude (cm)	Variança	Valor de N	Inibição (%)
100 *	-	-	-	-	-	> 91
25	1.567	0.2848	0.9	0.0811	100	52
12.5	1.738	0.4580	1.7	0.2098	100	47
Controle	3.269	0.4712	1.4	0.2220	100	-

\* Todos os comprimentos das raízes das cebolas eram inferiores a 0.3 cm (inibição maior do que 91%)



TABELA 2-f)

Resultados do teste da cebola efectuado a diferentes concentrações da descarga do dia 10/5/91.

Concentração (%)	Comprimento médio (cm)	Desvio Padrão	Amplitude (cm)	Variança	Valor de N	Inibição (%)
100	0.627	0.2572	1.2	0,0662	100	81
50	1.611	0.4306	2.4	0.1854	100	50
12.5	2.780	0.7889	3.0	0.6224	98	14
Controle	3.226	0.6146	3.2	0.3777	100	-

TABELA 2-g)

Resultados do teste da cebola efectuado em diferentes concentrações da descarga do dia 21/5/91.

Concentração (%)	Comprimento médio (cm)	Desvio padrão	Amplitude (cm)	Variança	Valor de N	Inibição (%)
100	0.500	0.2117	0.9	0.0448	100	86
50	1.447	0.7727	1.4	0.5971	100	58
12.5	3.041	0.8199	3.1	0.6722	100	12
Controle	3.464	0.4778	1.9	0.2283	100	-

TABELA 2-h)

Resultados do teste da cebola efectuado em diferentes concentrações da descarga do dia 31/5/91.

Concentração (%)	Comprimento médio (cm)	Desvio padrão	Amplitude (cm)	Variança	Valor de N	Inibição (%)
100	2.015	0.5252	2.2	0.2759	100	52
50	3.176	0.8051	4.3	0.6482	100	24
12.5	4.109	0.7877	3.5	0.6204	100	2
Controle	4.175	0.5449	3.0	0.2969	100	-

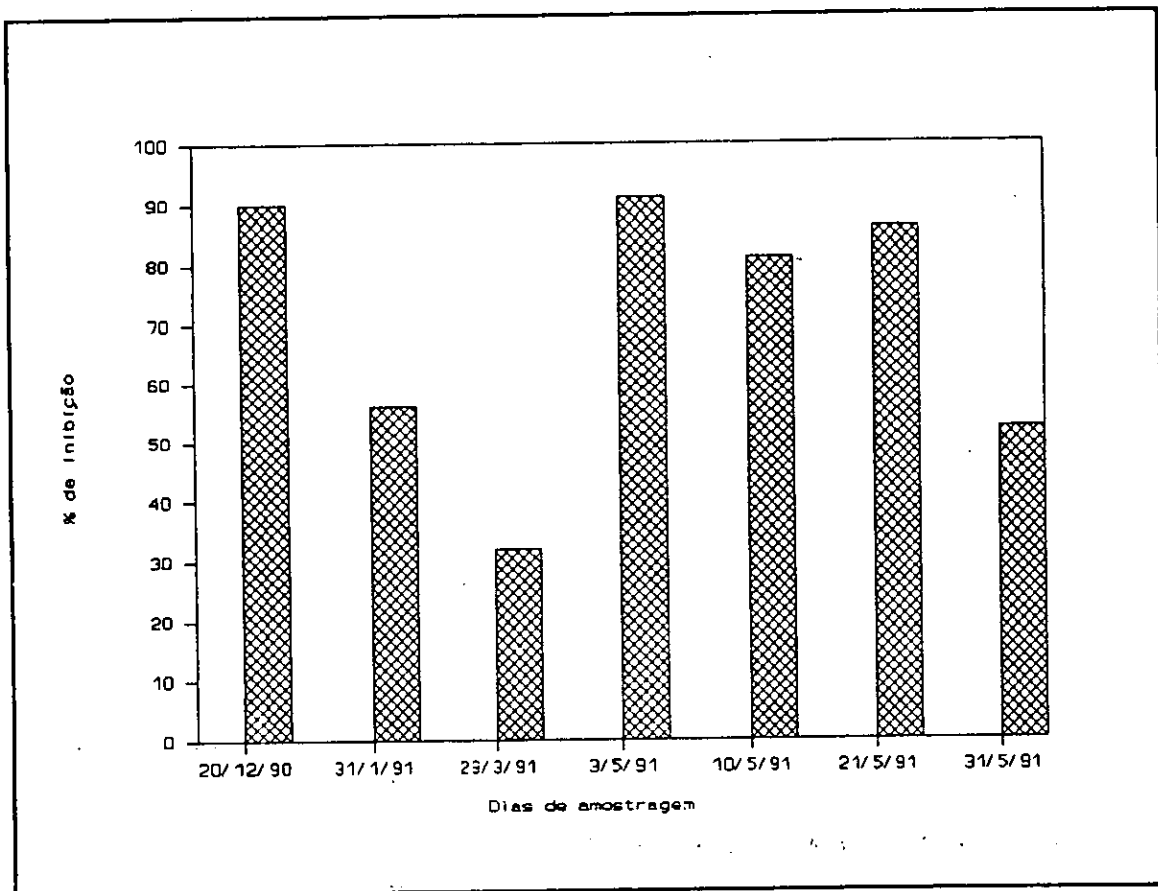


FIGURA 5: Inibição observada no crescimento das raízes das cebolas nas águas de descarga da fábrica TEXLOM, dos diferentes dias de amostragem.

*Não foi li.*

*qual interesse qual país*

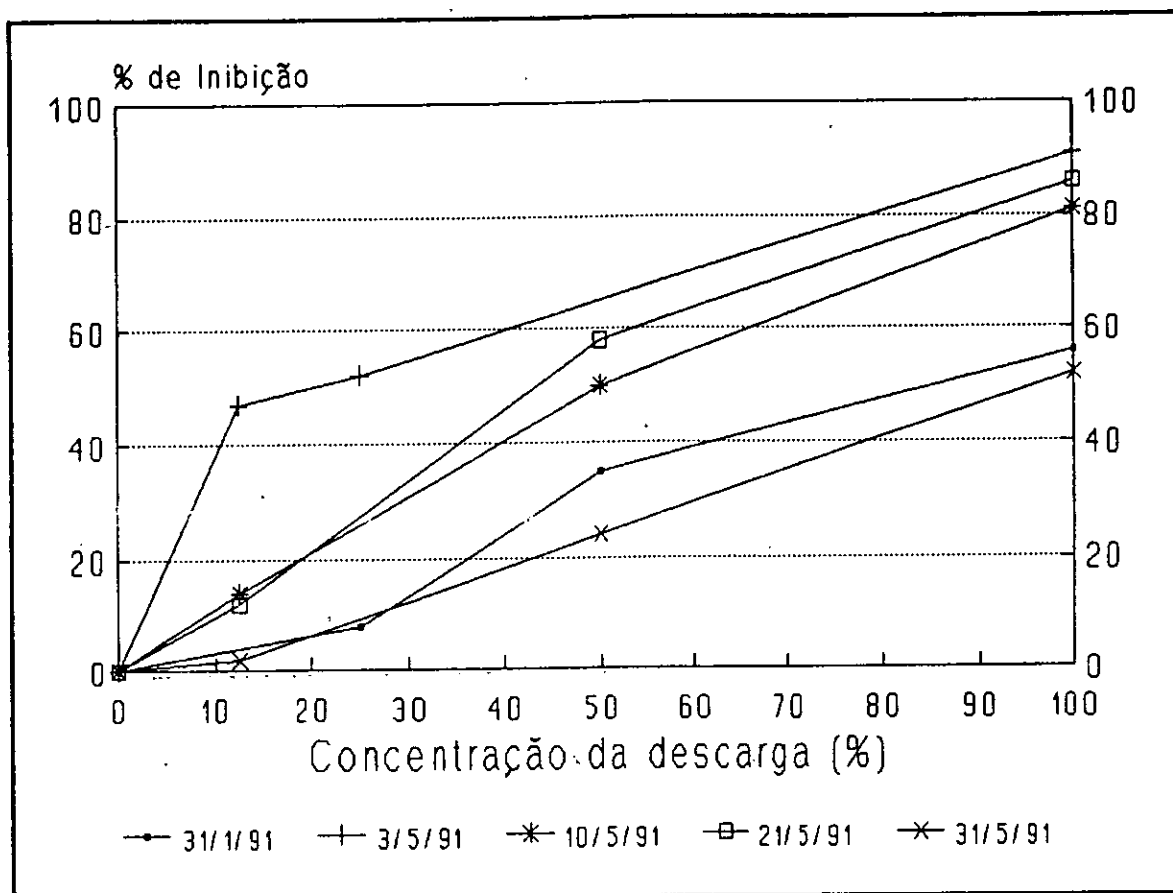


FIGURA 6: Apresentação da inibição do crescimento das raízes das cebolas cultivadas em diferentes concentrações das descargas da TEXLOM.

Na tabela 3, apresentam-se os comprimentos médios, desvios padrão, amplitudes e variâncias das raízes das cebolas crescidas em água destilada usada como controle dos respectivos dias de teste. Nota-se que o teste do dia 20 de Dezembro proporcionou maior crescimento. Análises estatísticas das variações dos diferentes controles são apresentadas na tabela 11-c).

TABELA 3

Crescimento das raízes das cebolas em água destilada usada como controle dos testes das amostras dos respectivos dias.

Datas	Comprimento médio (cm)	Desvio padrão	Amplitude (cm)	Variança
20/12/90	5.310	1.4169	5.7	2.0075
31/1/91	3.444	1.1595	5.0	1.3444
22/2/91	2.932	0.9435	4.4	0.8902
29/3/91	4.147	0.7429	4.2	0.5519
3/5/91	3.263	0.6866	3.3	0.4714
10/5/9	3.226	0.6146	3.2	0.3777
21/10/91	3.464	0.4778	1.9	0.2283
31/5/91	4.175	0.5449	3.0	0.2969
2/6/91 *	3.187	0.6387	2.6	0.4079

\* Esta data é referente ao teste efectuado com diferentes concentrações de NaCl.

Na tabela 4, apresentam-se os diâmetros aproximados das cebolas usadas nos testes efectuados neste estudo. As cebolas usadas normalmente tinham um diâmetro entre 4 e 4.5 cm com a excepção de 2 testes em que as cebolas usadas tinham um diâmetro de 3 à 3.5 cm.

TABELA 4

Tamanho das cebolas usadas nos testes das amostras dos diferentes dias.

Dias de amostragem	Diâmetro das cebolas (cm)
20/12/90	4 - 4.5
31/1/91	3 - 3.5
22/3/91	4 - 4.5
29/3/91	4 - 4.5
3/5/91	4 - 4.5
10/5/91	4 - 4.5
21/5/91	4 - 4.5
31/5/91	3 - 3.5
2/6/91 *	4 - 4.5

\* Teste com soluções de NaCl.

Nas tabelas 5, 6, 7 e 8, são apresentados os valores das medições de cloretos, condutividade, pH e temperatura, dos pontos 1, 2 e 3 do rio Matola nos respectivos dias de amostragem.

No caso de cloretos e de condutividade (tabelas 5 e 6) podemos observar que os valores variam entre 15.6 e 24.5 g/l, e 31.8 e 41.7 msiemens/cm respectivamente. Os valores mais elevados são os do ponto 3, o ponto mais próximo do estuário. Por outro lado, existe uma tendência de às concentração de cloretos e de condutividade no ponto 2 serem menores em relação ao ponto 1 com a exceção duma amostra. Em relação as medições de pH (tabela 7) pode-se observar que os valores mais altos são encontrados no ponto 2, o ponto mais próximo da descarga da fábrica. Os maiores valores de temperatura foram também encontrados no ponto 2. Estes valores de temperatura apresentam uma tendência decrescente com o tempo, o que deve estar relacionado com a mudança de estação do ano.

TABELA 5

Valores de cloretos dos pontos 1, 2 e 3 do rio, nos respectivos dias de amostragem (mg/ml).

<u>Datas:</u>	<u>29/3/91</u>	<u>10/5/91</u>	<u>21/5/91</u>	<u>31/5/91</u>
Ponto 1	16.7	19.5	15.6	20.2
Ponto 2	15.9	17.7	16.82	16.80
Ponto 3	-	24.5	20.46	23.1

TABELA 6

Valores de condutividade medidos nas amostras dos pontos 1, 2 e 3 (msiemens/cm).

<u>Datas:</u>	<u>29/3/91</u>	<u>10/5/91</u>	<u>21/5/91</u>	<u>31/5/91</u>
Ponto 1	37.4	31.8	39.6	40.0
Ponto 2	35.2	36.6	37.8	37.7
Ponto 3	-	40.7	40.1	41.7

TABELA 7

Valores de pH medidos nos pontos 1, 2 e 3 do rio, nos respectivos dias de amostragem.

<u>Datas:</u>	<u>29/3/91</u>	<u>10/5/91</u>	<u>21/5/91</u>	<u>31/5/91</u>
Ponto 1	7.48	7.89	7.61	7.38
Ponto 2	7.81	7.85	8.45	8.02
Ponto 3	-	7.45	7.66	7.75

TABELA 8

Valores de temperatura medidos nos pontos 1, 2 e 3 nos respectivos dias de amostragem (°C).

<u>Datas:</u>	<u>29/3/91</u>	<u>10/5/91</u>	<u>21/5/91</u>	<u>31/5/91</u>
Ponto 1	28.0	27.0	25.0	19.0
Ponto 2	31.0	28.0	28.0	20.1
Ponto 3	-	27.5	25.0	18.5

Na tabela 9 e Figura 7, mostra-se o efeito de algumas concentrações de NaCl no crescimento das raízes da cebola. Pode-se observar que a inibição do crescimento das raízes é directamente proporcional à concentração de NaCl. Ainda na tabela 9, são apresentados os valores de condutividade medidos nestas mesmas concentrações de NaCl. Anota-se que estes valores são menores do que os obtidos para iguais concentrações de cloretos nas águas do rio (tabelas 5 e 6).

TABELA 9

Valores de condutividade e resultados do teste da cebola efectuado em algumas concentrações de NaCl.

Concentração (g/l)	condutividade (msiemens/cm)	Comprimento médio (cm)	Desvio padrão	Amplitude (cm)	Valor de N	Inibição (%)
0	-	3.187	0.6387	2.6	100	-
5	7.9	0.790	0.2343	1.3	100	75
10	14.3	0.382	0.1614	0.8	94	88
15	20.2	0.249	0.0780	0.4	75	92
20	27.2	*	-	-	-	-

\* A concentração de 20 g/l nao apresentou nenhum crescimento.

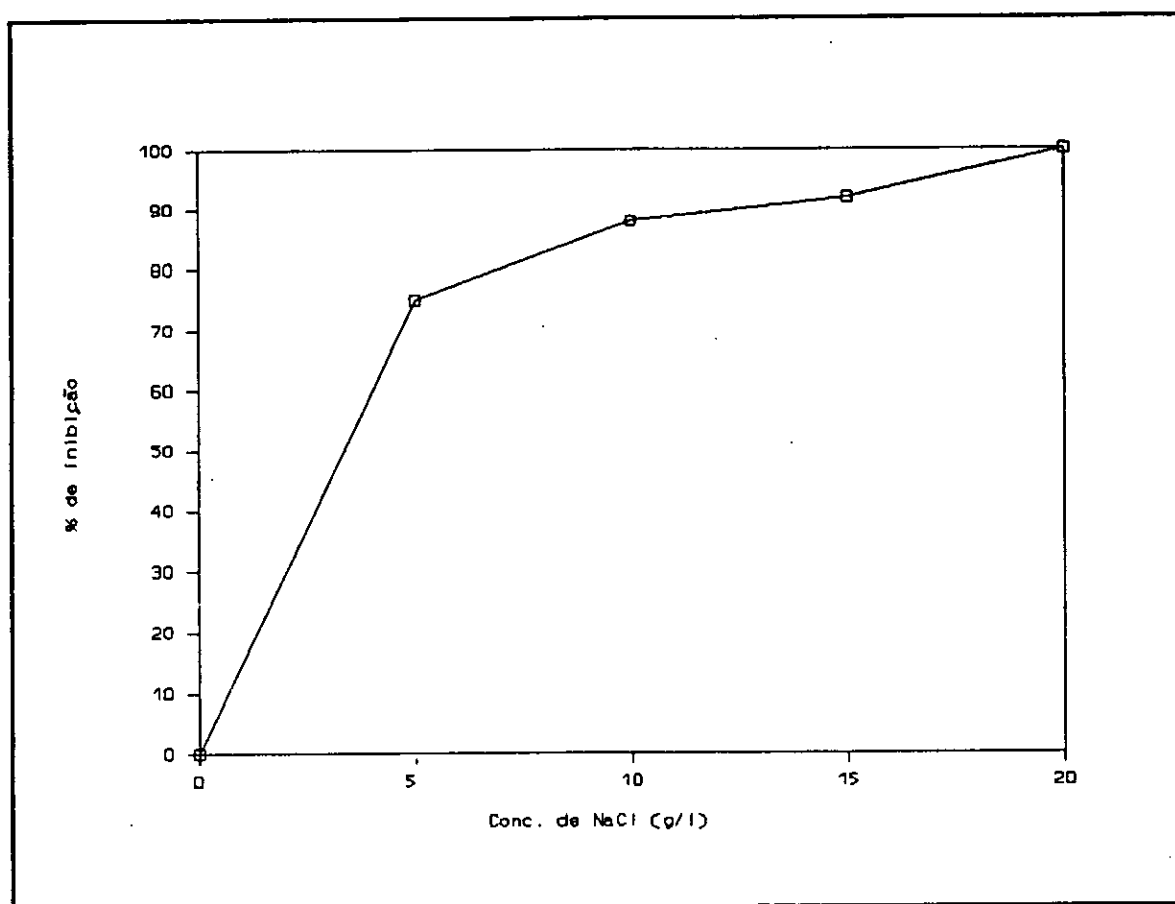


FIGURA 7: Inibição do crescimento das raízes da cebola em algumas concentrações de NaCl.

Na tabela 10 são apresentadas as quantidades de tecido produzidas pela fábrica TEXLOM em alguns dias de colheita de amostras. Mencionam-se não só as quantidades, como também os tipos de produção e algumas observações relacionadas com o processo produtivo. Faz-se notar que no dia 3 de Maio não houve produção e no dia 31 de Maio foi feito um ensaio com novos tipos de corantes não usuais no processo produtivo da fábrica.



TABELA 10

Número de metros de tecido produzido, tipo de processo usado e algumas observações relacionadas com o processo fábri, nos dias de amostragem das descargas da fábrica.

DATAS DE AMOSTRAG.	TIPO DE PRODUÇÃO	PRODUÇÃO (Metros)		OBSERVAÇÕES
		Parcial	Total	
20/12/90 *				
31/1/91 *				
22/2/91	Estampado	27063		
	Tingido	5311	31374	
29/3/91	Estampado	21506		
	Tingido	-	21506	
3/5/91	-	-	-	Não houve produção
10/5/91	Estampado	10391		
	Tingido	-	10391	
21/5/91	Estampado	37568		
	Tingido	9204	46772	
31/5/91	Estampado	23107		
	Tingido	-	23107	Neste dia foram feitos ensaios com corantes pigmentares novos.

\* A fabrica não dispunha de dados.

Os valores obtidos nos testes estatísticos para a avaliação do significado das diferenças entre os testes, são apresentados na tabela 11. A tabela encontra-se subdividida em a), b) e c) mostrando a diferença entre os pontos no rio (tabela 11-a), entre algumas descargas da fábrica com valores de inibição mais próximos (tabela 11-b) e entre os controles dos vários dias de amostragem (tabela 11-c). Na tabela 11-a) pode se notar que dos 4 testes feitos, os pontos 1 e 2 apresentam diferenças de crescimento significativas. Dos três testes efectuados entre os pontos 1 e 3 todos os resultados apresentaram diferenças significativas, enquanto entre os pontos 2 e 3, um dos três testes não apresenta diferença significativa.

TABELA 11-a)

Valores de Z observados nos testes estatísticos e os valores de probabilidade de igualdade entre as médias dos comprimentos das raízes das cebolas cultivadas nas amostras dos pontos 1, 2 e 3.

DATAS	PONTOS 1 e 2		PONTOS 1 e 3		PONTOS 2 e 3	
	<u>Z</u>	<u>Probab.</u>	<u>Z</u>	<u>probab.</u>	<u>Z</u>	<u>Probab.</u>
29/3/91	1.7614	0.039 *	-	-	-	-
10/5/91	3.1672	**	-1.7826	0.037 *	-5.9262	**
21/5/91	2.0508	0.020 *	2.2487	0.012 *	0.0343	0.488
31/5/91	9.4963	**	5.4784	**	4.7582	**

\* Valores de probabilidade entre 0.05 e 0.01.

\*\* Valores de probabilidade menores do que 0.01.

Na tabela 11-b) pode notar-se que todas descargas não diluidas comparadas, apresentam diferenças de crescimento. Da tabela 11-c) pode depreender-se que o teste do dia 20 de Dezembro apresenta crescimento diferente (maior) dos outros oito testes.

TABELA 11-b)

Valores de Z observados nos teste estatísticos e valores de probabilidade de os comprimentos das raízes das cebolas cultivadas em algumas amostras das descargas da TEXLOM serem iguais.

DATAS	Z	PROBABIL.
10/5/91	11.4855	* * *
31/1/91		
31/1/91	8.7974	* * *
21/5/91		
31/5/91	5.3305	* * *
31/1/91		

\* \* \* Probabilidades muito menores do que 0.01.

TABELA 11-c)

Valores de probabilidade de igualdade entre os diferentes controles de água destilada.

	31/1/91	22/2/91	29/3/91	3/5/91	10/5/91	21/5/91	31/5/91
20/12/90	**	**	**	**	**	**	**
31/1/91	-	**	**	0.1788	0.1376	*	*
22/2/91	-	-	**	0.1446	0.1894	0.0643	**
29/3/91	-	-	-	*	*	**	0.3821
3/5/91	-	-	-	-	0.3400	**	**
10/5/91	-	-	-	-	-	**	**
21/5/91	-	-	-	-	-	-	**
2/6/91	*	*	**	0.2090	0.3300	**	**

\* Valores de probabilidade entre 0.05 e 0.01.

\* \* Valores de probabilidade menores do que 0.01.

Na tabela 12 são apresentadas características descritivas de algumas descargas da TEXLOM. Por razões várias, não foi possível colher estes dados em todos os dias de amostragem. Pode notar-se, a partir desta tabela, que a cor, pH e a temperatura das descargas são bastante variáveis.

TABELA 12

Características das descargas da TEXLOM em alguns dias de amostragem no que concerne a cor, temperatura e pH.

DATA	COR	TEMP. (°C)	pH	MAs em lâmp referen quali e tempor
29/3/91	cor de vinho	-	-	
3/5/91	castanho amarelado (cor de areia da pra- ia), com gotículas de óleo.	-	-	
10/5/91	cor de vinho ou chá.	55	8.79	Amostragem 7.89-7.85-7.65
21/5/91	verde acastanhado	60	11.68	7.61-8.45-7.66
31/5/91	castanho claro	40	12.9	7.38-8.01- 7.75

Na tabela 13 são apresentados os resultados comparativos do teste da cebola efectuado na água da torneira da secção de acabamentos da TEXLOM e em água destilada. Verifica-se que o crescimento das raízes em água destilada foi menor em aproximadamente 21%.

TABELA 13

Resultados do teste da cebola efectuado em água destilada e da torneira (da fábrica TEXLOM).

	Comprimento médio (cm)	Desvio padrão	Amplitude (cm)	Variança	Inibição (%)
Água destilada	3.515	0.5952	2.8	0.3543	21
Água da tor. da TEXLOM	4.471	1.5431	7.5	2.3813	-

## 5. DISCUSSÃO

### 5.1 TOXICIDADE NO RIO

Apesar de as diferenças não serem muito grandes, as temperaturas no ponto 2 são sempre maiores do que nos pontos 1 e 3 (tabela 8). Esta tendência também verifica-se em relação ao pH (tabela 7). Considerando a tabela 12, podemos notar que esta situação é provavelmente devida a acção das descargas da TEXLOM, que sempre tem a temperatura e o pH com valores maiores do que a água do rio. Esta situação mostra-nos claramente que as descargas da fábrica podem ter um efeito tóxico notável no ponto 2.

pag 32  
por que  
h. 0  
fa. 1. 1.  
1. 1. 1.

Porque a salinidade do rio é muito elevada, decidiu-se diluir as amostras dos pontos do rio (ponto 1, 2 e 3) 50%, de modo a que o crescimento das cebolas se tornasse menos inviável. Este procedimento permite-nos pelo menos ter uma ideia da situação da toxicidade no rio. Com este método não podemos ter uma ideia do efeito tóxico certo, visto a curva de toxicidade de muitos compostos não ser uma linha recta. Este facto pode ser comprovado olhando para a figura 6, em que se tenta apresentar algumas curvas de inibição do crescimento das raízes das cebolas em função das concentrações das descargas. No entanto, é possível fazer algumas observações.

Comparando o crescimento no ponto 1 (antes da descarga, isto é, o ponto controle no rio) é o crescimento na água destilada (controle), pode-se notar que existe um factor de inibição neste ponto. Este factor provavelmente é a salinidade. Por outro lado, comparando os crescimentos dos pontos 2 e 3, a igual diluição (50%) das descargas dos respectivos dias de amostragem, nota-se que nos pontos 2 e 3 apresenta-se um crescimento inferior. Olhando para a Figura 7, pode se concluir que realmente a salinidade, neste caso, NaCl, tem uma grande capacidade de inibição do crescimento das raízes das cebolas. Comparando os valores de inibição dos pontos do rio e seus respectivos valores

|||

pag 27

de cloretos e de condutividade (tabelas 5 e 6), com os valores do teste com concentrações diferentes de NaCl, pode ser anotado que as mesmas concentrações de cloretos têm muito menor inibição nas águas dos pontos do rio do que nas soluções puras de NaCl. Esta disparidade, pode ser relacionada com possíveis interações entre compostos orgânicos ou inorgânicos em suspensão, com possível capacidade de adesão de iões, ou com outros efeitos antagônicos entre os diferentes iões presentes nas águas do rio.

Comparando as tabelas 5, 6 e a tabela 9, pode se ver que os elevados valores de condutividade dos pontos do rio não são justificáveis pelas respectivas concentrações de cloretos, pelo que se conclui que para além do NaCl, existem outros iões livres no rio.

A salinidade tem uma grande influência na toxicidade de muitos compostos químicos (Abel, 1989). Aspectos como sinergismo e antagonismo em metais pesados, por exemplo, foram referidos por Jones (1976) que encontrou que a toxicidade ião de cobre para polyquetes quentes (Nerieva diversicolor) era aumentada em altas e baixas salinidades.

Não obstante, é possível notar-se que as descargas da TEXLON têm um certo efeito tóxico no rio. Comparando a inibição do crescimento das raízes no ponto 2 e pontos 1 e 3, pode notar-se que esta é normalmente maior neste ponto -figura 3- (mais próximo da descarga) - anota-se que neste ponto a condutividade e salinidade medidas são menores (com a excepção da condutividade do dia 10 de Maio que é maior no ponto 1) - Recorda-se que neste dia o sentido da corrente era inverso. Estas diferenças observadas têm significado estatístico (tabela 11-a).

No dia 10 de Maio, o sentido da corrente tinha uma tendência inversa (tabela 1-b). Sendo assim, o ponto 1, possivelmente também estava sob a influência da descarga da fábrica. No entanto, sempre foi possível encontrar diferenças significativas (tabela 11-a) entre os pontos 1 e 2, com uma inibição mais

MES A DIFERENCIA NÃO ESTÁ NEM  
35  
NOS OUTROS PIS



elevada no ponto 2. Estes resultados são explicáveis se a descarga contiver compostos tóxicos que mesmo num estado diluído têm efeitos no teste.

Na figura 4, nota-se que a toxicidade no ponto 2 é variável. Este facto deve-se provavelmente a acção das descargas da TEXLÔM. Comparando esta figura com a figura 5 não se encontra uma relação directa entre o nível de inibição provocado pelas descargas e os encontrados no ponto 2. O impacto duma descarga no rio depende da interacção entre esta e as condições do próprio rio (Abel, 1989). Na figura 4, nota-se ainda, que existe uma tendência das inibições serem decrescentes no ponto 1 e estáveis no ponto 3. Com os resultados deste estudo, não se encontrou uma explicação lógica para esta constatação.

A toxicidade no rio a que aqui se referiu é apenas a toxicidade das águas superficiais duma das margens. Devido a dificuldades de meios para a colheita de amostras no centro do rio e nas várias profundidades, este estudo englobou apenas a avaliação da situação de toxicidade na margem esquerda (lado da fábrica) do rio e as águas superficiais da mesma.

## 5.2 TOXICIDADE DAS DESCARGAS

Em todas amostras testadas, a descarga da fábrica TEXLÔM sempre se revelaram tóxicas. Esta toxicidade das descargas é variável (Figura 5). Comparando estes resultados com a tabela 10, não se nota nenhuma correlação entre a inibição e as produções diárias da fábrica (tabela 14 e figura 9). Não existe também correlação linear entre a inibição e tipo de processo produtivo usado na fábrica (estampagem ou tingimento).

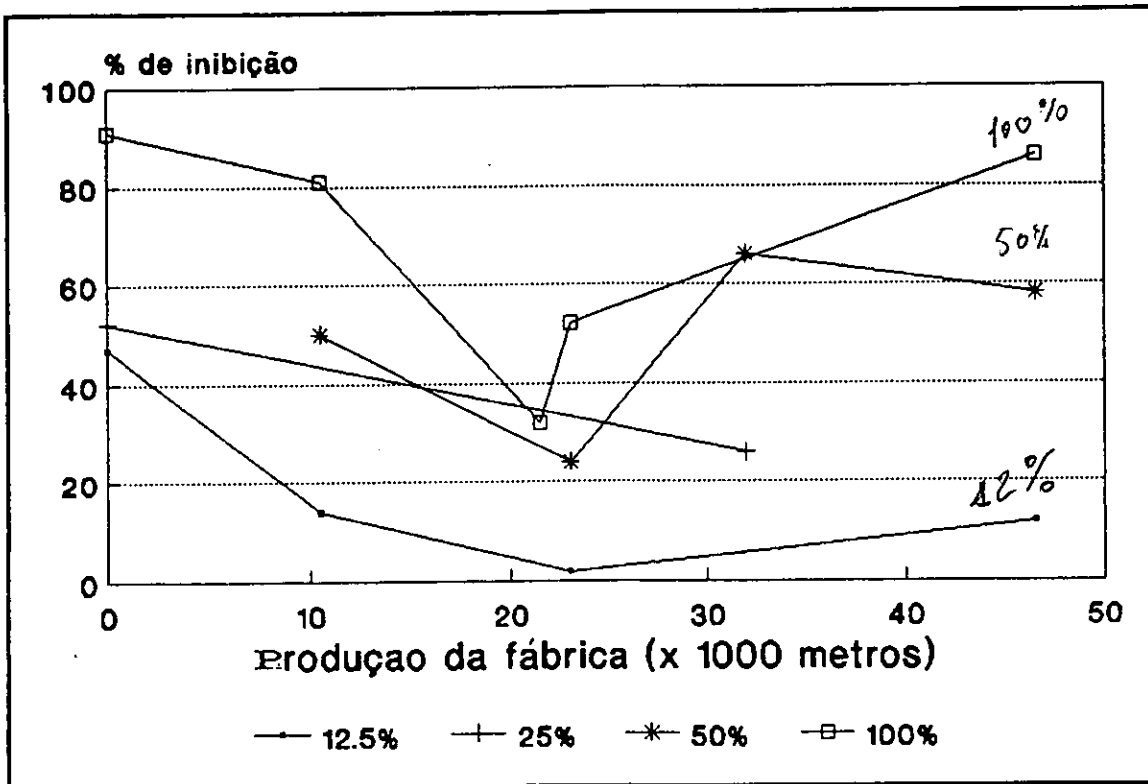


FIGURA 8: Inibição provocada por diferentes diluições das descargas no crescimento das raízes da cebola em função das produções da fábrica.

TABELA 14

Comparação entre as produções diárias e os valores de inibição do crescimento das raízes das cebolas nas águas de descarga da TEXLOM, nos respectivos dias.

Data de amostragem	Produção (metros)	Inibição (%) nas diferentes concentrações			
		12.5%	25%	50%	100%
22/2/91	32374	-	26	66	-
29/3/91	21506	-	-	-	32
3/5/91	-	47	52	-	> 91
10/5/91	10391	14	-	50	81
21/5/91	46772	12	-	58	86
31/5/91	23107	2	-	24	52

Durante o período de estudo, a fábrica não possuía em condições nenhum tanque de armazenamento temporário das descargas líquidas, pelo que as descargas eram directamente lançadas a medida que a produção era efectuada. Sendo assim, estas comparações podem não reflectir a verdade, na medida em que o método de amostragem permitia a colheita de água de apenas um momento muito reduzido (alguns minutos) do processo de descarga.

No entanto, pode se notar que no dia 3/5/91 a inibição da descarga foi muito elevada (Figura 5). Neste dia, a fábrica não se encontrava a laborar (Tabela 10). A tabela 12 mostra-nos que a descarga deste dia apresentava para além da cor, gotículas de óleo. Estas observações, levam-nos a pensar que esta descarga era o resultado não do processo de fabrico em si, mas da limpeza das máquinas. Esta suposição, torna muito possível que as descargas do processo de lavagem das máquinas possam ser muito tóxicas para o ambiente. Durante o período limitado do estudo não nos foi possível fazer experiências para confirmar esta suposição.

-> gotículas

Por outro lado, no dia 29 de Março a descarga apresentou uma inibição muito baixa. As amostras deste dia, por razões várias, tiveram um tratamento diferente das outras: O teste destas amostras só foi iniciado 27 dias após a sua colheita (Tabela 1-Anexos). Este resultado coloca-nos a possibilidade de o armazenamento por longos períodos, de pelo menos alguns tipos de descarga, poder diminuir a toxicidade das mesmas.

O efeito da diluição das descargas também é variável, como se pode observar na Figura 6. Infelizmente não nos foi possível obter da fábrica TEXLOM, o tipo de produtos químicos usados nos respectivos dias de produção. No entanto, esta variação não é surpreendente, na medida em que a qualidade e a quantidade dos produtos químicos constituintes das descargas não são sempre os mesmos, dependendo dentre outros factores da qualidade e quantidade do produto laborado pela fábrica. Os valores de pH medidos nas amostras das descargas da fábrica são variáveis (tabela 12). Estas variações dão mais consistência a ideia de que

o tipo (ou quantidades) de produtos químicos usados no processo produtivo e conseqüentemente, encontrados nas descargas, são diferentes. A variabilidade na diluição da toxicidade das descargas torna mais difícil ter-se uma ideia clara sobre os possíveis impactos das descargas desta fábrica no rio. Este impacto também será variável dependendo da interação entre o tipo de descarga, condições abióticas e bióticas do rio.

Para se ter uma ideia do possível impacto das descargas no rio, visto a salinidade do mesmo ser muito elevada e tornar o crescimento das cebolas inadequado nestas águas, decidiu-se fazer uma diluição que reflectisse aproximadamente a diluição da descarga no rio, quando estas estivessem completamente misturadas. Esta concentração foi calculada com base na vazão média do rio e o consumo médio de água pela secção de acabamentos da TEXLOM, quando a fábrica se encontra a laborar em pleno. Segundo Bereslawski (1986), a vazão do rio Matola pouco depois da época das chuvas foi medida em 25 litros/segundo. A quantidade de água consumida pela secção de acabamentos da TEXLOM foi estimada em aproximadamente 11 m<sup>3</sup>/hora. Assim, a concentração calculada para a descarga foi de 12.5%.

Olhando para a figura 6, podemos notar que nestas concentrações, as descargas ainda apresentam uma certa inibição que num dos casos (3 de Maio) antige um valor preocupante. Anota-se que esta data é dum dia em que a fábrica nao laborou e se pensa ter sido feita uma lavagem das máquinas.

3. Maio  
preocupante

A simulação aqui feita não representa a real situação de toxicidade no rio, onde muitos outros factores têm a sua influência. Alguns factores podem ser por exemplo, a salinidade, matéria orgânica, dureza da água e a presença de diferentes iões (Abel, 1989). Outro aspecto ainda a considerar é que a quantidade de água no rio varia muito dependendo da estação do ano e das chuvas. Sendo assim, a concentração da descarga no rio também será variável.

AK

### 5.3 TESTE DA CEBOLA

uso da água destilada OK  
como controle 0.1

No presente estudo usou-se como controle dos testes, água destilada. Fiskesjö (1985) na sua sugestão do uso do teste da cebola como standard, utiliza como controle água potável. Esta água tem que ser, naturalmente, desprovida de iões tóxicos, como, por exemplo,  $\text{Cu}^{++}$  (que pode provir dos tubos de canalização). O autor não aconselha o uso de água destilada como controle, por considerar que pode ocorrer uma restrição do crescimento das raízes por falta de nutrientes. Este facto é aqui confirmado pelos resultados apresentados na tabela 13. Esta tabela revela diferenças significativas entre o comprimento médio das raízes das cebolas cultivadas em água destilada e as cultivadas em água da torneira da secção de acabamentos da fábrica TEXLOM-(água da rede- da Empresa de águas do Maputo).

Porque a qualidade da "água" da rede da cidade do Maputo e do País, em termos de composição iónica pode ser variável (dependendo dos tubos de canalização, estação do ano, região e outros), consideramos mais seguro o uso de água destilada como controle. No entanto, reconhece-se que esta diferença de comprimentos nos dois tipos de águas, tem uma influência no cálculo da % de inibição duma dada amostra. Deste modo, achamos que para uma avaliação mais precisa, e não preliminar como é o objectivo deste estudo, seria necessário, fazer-se alguns testes preliminares comparativos entre água destilada, água da torneira e um ponto antes da contaminação do rio, por exemplo, escolhendo-se para controle a água que maior crescimento apresentar.

As cebolas cultivadas em água destilada, usada como controle, apresentam valores de comprimento das raízes muito semelhantes, com a excepção de 3 testes. Estas diferenças verificaram-se nos testes dos dias 20 de Dezembro de 1990, 29 de Março e 31 de Maio de 1991 (tabela 3).

Nos dias 31 de janeiro e 31 de Maio, as cebolas usadas nos testes apresentavam um diâmetro de 3 à 3.5 cm, enquanto das dos outros dias o diâmetro variava entre 4 e 4.5 cm (tabela 4). Sendo assim, as diferenças de diâmetro não explicam as diferenças apresentadas nos testes destes dias. Olhando para a tabela 3, podemos notar que o teste do dia 20 de Dezembro, apresenta um crescimento maior do que dos outros dias. Sua diferença de crescimento é estatisticamente significativa como se pode ver na tabela 11-c). Este teste foi feito num período diferente, isto é, nos finais do ano. Sendo assim, pode se pensar que este teste foi feito com cebolas de origem diferente das dos outros testes, ou que a época produtiva das mesmas, tenha sido diferente. As condições de armazenamento e transporte das cebolas antes dos testes, e as condições ambientais do laboratório, como, por exemplo, a temperatura, humidade e luz não foram controladas. Isto significa que existe a possibilidade de as variações apresentadas pelos testes em água destilada serem devidas a condições não controladas de tratamento das cebolas e não devidas propriamente a possíveis diferenças genéticas. Este deve ser um dos motivos pelos quais Fiskejö (1985) aconselha o armazenamento das cebolas a usar nos testes em lugar seco á uma temperatura de 10 á 20°C durante alguns meses.

Porque o período para este estudo era limitado e as condições disponíveis não eram as melhores (segurança, sala climatizada e outros), este procedimento não foi possível. Como forma de minimizar este problema, as cebolas a usar nos testes, foram armazenadas durante 2 dias sob condições de laboratório, onde se efectuaram os testes.

No entanto, os resultados obtidos podem ser utilizados na comparação entre as diferentes amostras do mesmo dia, como por exemplo, na comparação entre os pontos 1, 2 e 3 do rio. Também é possível fazer-se a comparação entre os vários testes efectuados com amostras dum dado ponto, usando-se para tal a % de inibição das amostras em relação aos respectivos controles, sem contudo poder-se fazer os testes estatísticos aqui usados.

O uso de % de inibição torna-se, assim, mais vantajoso do que o dos comprimentos médios. Esta prática permite também ter uma ideia mais clara do efeito tóxico e fazer comparações com resultados obtidos em outros testes biológicos (Coler e Rockwood, 1989).

11 A 0, 3

Naturalmente, para testes dum meio de elevada salinidade devem ser usados no futuro espécies adaptadas a tais níveis de salinidade.

## 6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

1) O teste da cebola revelou-se prático e com resultados que podem ser considerados uteis para águas não salgadas.

2) Segundo os resultados obtidos, as descargas líquidas da fábrica **TEXLOM** têm toxicidade que pode se considerar potencialmente perigosa para o meio ambiente.

3) Existe algum efeito tóxico nas águas do rio Matola até a 200 metros da descarga da fábrica **TEXLOM** (em direcção ao estuário).

4) Para se estudar com mais precisão o nível de toxicidade das descargas da fábrica **TEXLOM** é necessário tirar-se várias amostras com periodicidade que depende da produção da fábrica.

Pensa-se que no futuro seria necessário:

1) Estudar-se o impacto das descargas da fábrica **TEXLOM** nas diferentes profundidades do rio (se possível, também na vegetação circundante), usando-se para tal, se possível, tanto métodos biológicos como químicos que sejam adequados as condições do rio (por exemplo, a elevada salinidade).

2) Estudar um mecanismo de controle ou tratamento das descargas da **TEXLOM** antes do seu lançamento para o rio. Neste sentido, seria aconselhável ver o efeito do armazenamento das águas das descargas durante um certo período antes do seu lançamento, visto um dos testes aqui efectuados ter levantado esta possibilidade. Para além disso, a fábrica tem nas suas infraestruturas um tanque para o armazenamento das descargas antes do seu lançamento para o rio.



3) Fazer uma avaliação e caracterização dos produtos químicos usados pela fábrica e se possível, estudar-se também o seu efeito tóxico, usando-se, por exemplo, o teste da cebola.

4) Estudar mais objectivamente o impacto ambiental das águas de lavagem das máquinas da fábrica, usando, por exemplo, o teste da cebola, na medida em que existe a possibilidade destas serem muito tóxicas.

5) Continuar-se o estudo de técnicas e metodologias adequadas as nossas condições para a avaliação do impacto ambiental. Por exemplo, pensamos que podia se estudar a possibilidade do uso do teste da Daphnia (toxicidade aguda e crónica de água doce); do teste com Mytilus edulis (toxicidade de água do mar) (Granmo et al, 1985) e outros.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Abel, P.D. 1989. Water Pollution Biology. D. Abel/Ellis Horwood Ltd. New York.

Bereslawski, E.P. 1986. Estudo hidrológico da bacia hidrografica do rio Matola. Direcção Nacional de Aguas. Maputo.

Berquo, E.G.; Souza, J.M.P. e Gotlieb, S.L.D. 1981. Bioestatística. Editora Pedagógica e Universitaria Ltd, São Paulo.

Bliss-Guest, P. 1983. Environmental stress in the East African region. Ambio 7 (6). Royal swedish Academy of Science Pergamon Press. 290-295.

Brungs, W.A. e Mount, D.I. 1978. Introduction to a discussion of the use of aquatic toxicity tests for evaluation of toxic substances. In: Cairn, J.Jr.; Dickson, K.L. and Maki; A.W. (eds.). Estimating the Hazard of Chemical Substances to Aquatic Like. Am. Soc. Testing and Materials STP 657, Philadelphia. 15-16.

Coler, R.A. e Rockwood, J.P. 1989. Water Pollution Biology. Thechnomic Pulishing Company Inc. USA.

Duffus, J.H. 1986. Environmental toxicology and ecotoxicology. In: WHO. Environmental toxicology and ecotoxicology. Regional Office for Europe. Compenhagem. 1-8.

Draper, M.H. 1986. The concept of validation in toxicity testing. In: WHO. Environmental toxicology and ecotoxicology. Regional Office for Europe. Compenhagem. 257-271.

Fiskesjo, G. 1985. The Allium test as a standard in environmental monitoring. Intitute of Genetics, University of Lund. Lund.

Granmo, A.; Ekelund, R. e Eklund, B. 1985. Toxicity testing of industrial effluents with crustaceans and molluscs. National Swedish Environmental Protection Board - Report 1733E. Solna.

Hart, R.C. e Allonson, B.R. 1984. Limnological criteria for management of water quality in the southern hemisphere. South African Natural Scientific Programme, Report 43.

International Organization for Standardization (ISO). 1979. Water quality- Determination of the inhibition of the mortality of Daphnia magna straus (Cladocera, Crustacea). ISO. New York.

Jameson, C.W. 1984. Chemistry for toxicity testing. Technomic publishing Company Inc. USA.

Jones, P.S. 1976. Physical and biological typing of unpolluted rivers. In: Hellowell, J.M. Biological indicators of fresh water pollution and environmental management. Elsevier Applied Publishers. London.

Lloyd, B. e Helmer, R. 1991. Surveillance of drinking water quality in rural areas. World Health Organization. New York.

Mayer, F.L.Jr. e Ellersick, M.R. 1988. Experiments with single-species tests for acute toxic effects in freshwater. Ambio 17 (6). 367-376.

Macek, K.; Birge, W.; Mayer, F.L.; Buikema, A.L., Jr e Maki, A.W. 1978. Discussion session synopsis. In: Cairn, J.Jr.; Dickson, K.L. and Maki; A.W. (eds.). Estimating the hazard of chemical substances to aquatic Life. Am. Soc. Testing and Materials STP 657, Philadelphia. 15-16.

Stagg, R.M. 1986. Physiological effects of toxicants on aquatic animals. In: WHO. Environmental toxicology and ecotoxicology. Regional Office for Europe. Compenhagem. 321-332

Standard methods for the examination of water and wastewater.  
1985. APHA AWWA WPCF. 16th ed. American Public Health  
Association. Washington.

UNEP. 1990. Water conservation. In: Industry and Environment.  
13 (3-4). 1-2.

Kohler, A. e Labus, B.C. 1984. Eutrophication processi and  
pollution of freshwater ecosystems including waste heat. In:  
Lange, O.L.; Nobel, P.S.; Osmand, C.B. e Ziegler, H. (eds.).  
Encyclopedia of Plant Physiology. Springer - Verlag Berlin.  
Heidelberg. 12C. 245-345.

Walsh, G.E. 1986. Use of plankton in aquatic toxicity  
testing. In: WHO. Environmental toxicology and ecotoxicology.  
Regional Office for Europe. Compenhagem. 147-178

Wilkinson, M. 1986. Effects of toxicants on aquatic plant  
communities. In: WHO. Environmental toxicology and  
ecotoxicology. Regional Office for Europe. Compenhagem. 179-  
200.

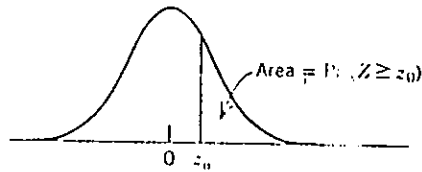
# ANEXOS

TABELA 1 - ANEXOS

Data de amostragem e respectivos dias de início do teste da cebola.

Amostra	Data de colheita	Data de início do teste
1	20/12/90	22/12/90
2	31/01/91	02/02/91
3	22/02/91	25/02/91
4	29/03/91	25/04/91
5	03/05/91	06/05/91
6	10/05/91	14/05/91
7	21/05/91	01/06/91
8	31/05/91	13/06/91

TABLE IV  
Standard Normal, Cumulative Probability, on Right-Hand Tail  
(For Negative Values of  $z$ , Areas are Found by Symmetry)



$z_0$	Second Decimal Place of $z_0$									
	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
0.0	.5000	.4960	.4920	.4880	.4840	.4801	.4761	.4721	.4681	.4641
0.1	.4602	.4562	.4522	.4483	.4443	.4404	.4364	.4325	.4286	.4247
0.2	.4207	.4168	.4129	.4090	.4052	.4013	.3974	.3936	.3897	.3859
0.3	.3821	.3783	.3745	.3707	.3669	.3631	.3594	.3557	.3520	.3483
0.4	.3446	.3409	.3372	.3336	.3300	.3264	.3228	.3192	.3156	.3121
0.5	.3085	.3050	.3015	.2981	.2946	.2911	.2877	.2843	.2810	.2776
0.6	.2743	.2709	.2676	.2643	.2611	.2578	.2546	.2514	.2483	.2451
0.7	.2420	.2389	.2358	.2327	.2296	.2266	.2236	.2206	.2177	.2148
0.8	.2119	.2090	.2061	.2033	.2005	.1977	.1949	.1922	.1894	.1867
0.9	.1841	.1814	.1788	.1762	.1736	.1711	.1685	.1660	.1635	.1611
1.0	.1587	.1562	.1539	.1515	.1492	.1469	.1446	.1423	.1401	.1379
1.1	.1357	.1335	.1314	.1292	.1271	.1251	.1230	.1210	.1190	.1170
1.2	.1151	.1131	.1112	.1093	.1075	.1056	.1038	.1020	.1003	.0985
1.3	.0968	.0951	.0934	.0918	.0901	.0884	.0869	.0853	.0838	.0823
1.4	.0808	.0793	.0778	.0764	.0749	.0734	.0722	.0708	.0694	.0681
1.5	.0668	.0655	.0643	.0630	.0618	.0606	.0594	.0582	.0571	.0559
1.6	.0548	.0537	.0526	.0516	.0505	.0495	.0485	.0475	.0465	.0455
1.7	.0446	.0436	.0427	.0418	.0409	.0401	.0392	.0384	.0375	.0367
1.8	.0359	.0352	.0344	.0336	.0329	.0322	.0314	.0307	.0301	.0294
1.9	.0287	.0281	.0274	.0268	.0262	.0256	.0250	.0244	.0239	.0233
2.0	.0228	.0222	.0217	.0212	.0207	.0201	.0197	.0192	.0188	.0183
2.1	.0179	.0174	.0170	.0166	.0162	.0158	.0154	.0150	.0146	.0143
2.2	.0139	.0136	.0132	.0129	.0125	.0122	.0119	.0116	.0113	.0110
2.3	.0107	.0104	.0102	.0099	.0096	.0093	.0091	.0089	.0087	.0084
2.4	.0082	.0080	.0078	.0075	.0073	.0071	.0069	.0068	.0066	.0064
2.5	.0062	.0060	.0059	.0057	.0055	.0053	.0052	.0051	.0049	.0048
2.6	.0047	.0045	.0044	.0043	.0041	.0040	.0039	.0038	.0037	.0036
2.7	.0035	.0034	.0033	.0032	.0031	.0030	.0029	.0028	.0027	.0026
2.8	.0026	.0025	.0024	.0023	.0023	.0022	.0021	.0021	.0020	.0019
2.9	.0019	.0018	.0017	.0017	.0016	.0016	.0015	.0015	.0014	.0014
3.0	.00135									
3.5	.000 233									
4.0	.000 031 7									
4.5	.000 003 40									
5.0	.000 000 287									

To interpolate carefully, see Table A.

ERRATA

Pagina	Onde se lê	deve se ler
4	Mayer, Jr and Ellersick	Mayer, Jr e Ellersick
35	toxicidade iao cobre	toxicidade do iao cobre
35	<u>Nerieva diversicolor</u>	<u>Nereis diversicolor</u>
36	tabela 14 e figura 9	tabela 14 e figura 8

