



CETESB

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL

DIRETORIA DE RECURSOS HÍDRICOS E ENGENHARIA AMBIENTAL

DEPARTAMENTO DE QUALIDADE AMBIENTAL

DIVISÃO DE QUALIDADE DE SOLO, ÁGUA SUBTERRÂNEA E VEGETAÇÃO

SETOR DE ECOSSISTEMAS TERRESTRES

**AVALIAÇÃO DO EFEITO DE AMÔNIA SOBRE A
VEGETAÇÃO NO ENTORNO DA ULTRAFÉRTIL –
UNIDADE SÃO MARCOS, EM CUBATÃO – SP,
EM VAZAMENTO OCORRIDO EM JANEIRO
DE 1998**

CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL
BIBLIOTECA Prof. Dr. Lucas Nogueira Garcez
Av. Prof. Frederico Hermann Junior, 345 - Pinheiros
05489-900 - SÃO PAULO - BRASIL

CLASS.	
AUTOR.	
TOMBO	25 115 08.7

B502
L881B(RCET)
035771

Equipe Técnica

Biól. Márcio Rodrigues Lopes

EQSE

Téc.n.San.Amb. José Bezerra de Sousa

EQSE

Colaboradores

Geóg.Marise Carrari Chamani

EQSE



CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL
BIBLIOTECA

CETESB	FICHA TÉCNICA BIBLIOGRÁFICA
---------------	------------------------------------

DOCUMENTO

Tipo Relatório	Data 19/11/99	Origem EQSE	Nº Página/V.	Nº Mapas
--------------------------	-------------------------	-----------------------	---------------------	-----------------

TÍTULO DO DOCUMENTO

Avaliação do efeito agudo de amônia sobre a vegetação no Entorno da ULTRAFÉRTIL – Unidade São Marcos, em Cubatão – SP, em acidente ocorrido em Janeiro de 1998

AUTOR RESPONSÁVEL

Assinatura/Carimbo/Data

[Assinatura]

AUTORES/ENTIDADES OU UNIDADES A QUE PERTENCEM

Biólogo Márcio Rodrigues Lopes – EQSE

DOCUMENTO AUTORIZADO POR

Assinatura/Carimbo/Data


 Biólogo Márcio Rodrigues Lopes
 Departamento de Saneamento
 Ecossistemas Terrestres
 Reg. 01.5095-8 CRB 10.559/01.0

DOCUMENTO REVISADO

Assinatura/Carimbo/Data


 Departamento de Saneamento
 Ecossistemas Terrestres
 Reg. 01.5095-8 CRB 10.559/01.0

CLASSIFICAÇÃO DE SEGURANÇA

☐ EXTERNA ☐ INTERNA
☐ RESERVADA

PALAVRAS CHAVES

--

CÓDIGO E TÍTULO DO PROJETO

42.2.17.E.00- Avaliação de Efeitos de Poluentes Atmosféricos sobre a Vegetação em Áreas Críticas do Estado de São Paulo

DISTRIBUIÇÃO INTERNA

Áreas / Nº de cópias

--

USO DA BIBLIOTECA

Classificação de Assunto	Nº Documento	Visto/Carimbo/Data

RESUMO

Em 27 de Janeiro de 1998, por volta das 7:35 h, ocorreu um vazamento de aproximadamente 5 toneladas de amônia nas instalações da Ultrafertil- Unidade São Marcos, em Cubatão.

Segundo Parecer Técnico 001/98 da Divisão de Tecnologia de Riscos Ambientais – EER (anexo 1) formou-se, com o vazamento, uma nuvem de amônia na atmosfera e devido às condições de dispersão, com ventos de baixa velocidade, inferiores a 1m/s, não houve dispersão nos momentos iniciais do acidente. Posteriormente, devido ao aumento da velocidade do vento, houve a dispersão da amônia que atingiu áreas vizinhas, provocando a evacuação dessas áreas. Sintomas de desconforto devido à inalação da amônia foram sentidos numa distância de até 600 metros.

A vegetação também foi bem afetada num raio de 600 metros.

Este relatório tem o objetivo de documentar os danos causados à vegetação pelo vazamento de amônia ocorrido em Cubatão, bem como demonstrar a forma como ocorreu naturalmente a recuperação da área em questão, 8 meses após o episódio de vazamento.

OBSERVAÇÕES

USO DA BIBLIOTECA

Local	Editora
Idioma Português ☐ Inglês ☐ Espanhol ☐ Francês ☐ Alemão ☐ Italiano ☐ ☐	
Série	

1. INTRODUÇÃO

Em 27 de Janeiro de 1998, por volta das 7:35 h, ocorreu um vazamento de aproximadamente 5 toneladas de amônia nas instalações da Ultrafertil- Unidade São Marcos, em Cubatão.

Segundo Parecer Técnico 001/98 da Divisão de Tecnologia de Riscos Ambientais – EER (anexo 1) formou-se, com o vazamento, uma nuvem de amônia na atmosfera e devido às condições meteorológicas, com ventos de baixa velocidade, inferiores a 1m/s, não houve dispersão nos momentos iniciais do acidente. Posteriormente, devido ao aumento da velocidade do vento, houve a dispersão da amônia que atingiu áreas vizinhas, provocando a evacuação dessas áreas. Sintomas de desconforto devido à inalação da amônia foram sentidos numa distância de até 600 metros.

A vegetação também foi afetada num raio de 600 metros.

Este relatório tem o objetivo de documentar os danos causados à vegetação pelo vazamento de amônia ocorrido em Cubatão, bem como demonstrar a forma como ocorreu naturalmente a recuperação da área em questão, 8 meses após o episódio de vazamento.

2. AVALIAÇÃO DOS DANOS

De acordo com simulação efetuada no Parecer Técnico supra mencionado, a pluma de contaminação atingiu concentrações iguais ou superiores a 50 ppm (valor médio máximo permissível para até 5 minutos de exposição humana) a distâncias de até 1000m do vazamento.

A simulação da contaminação, ao redor do ponto de vazamento, é apresentada na Tabela 1 e Figura 1.

Tabela 1 – Resultados Obtidos na Simulação

Distância do vazamento	Concentração de amônia (ppm)
300	882
400	468
500	238
1020	50

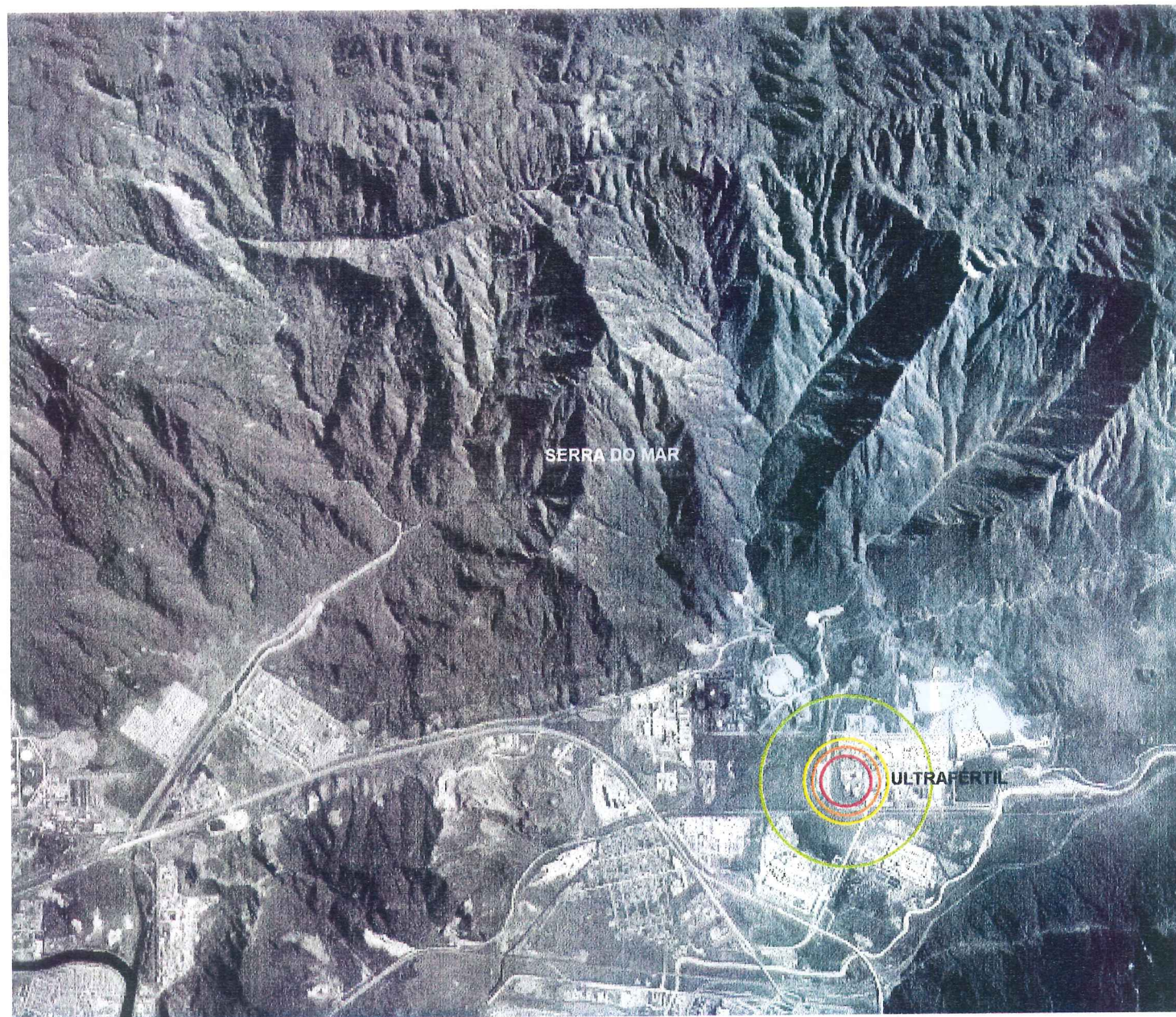
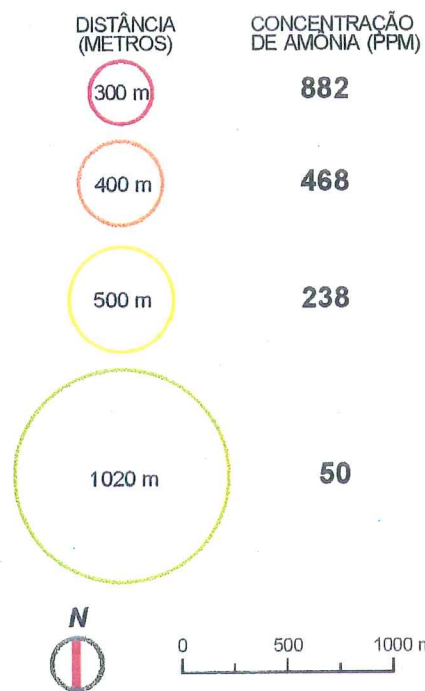


Figura 1

*Concentração de amônia
ao redor da indústria
Ultrafertil, em Cubatão,
segundo simulação
elaborada pela EER
durante vazamento do
produto em 27.01.98*



Fotografia Aérea: SEP/CAR - IGC. Baixada Santista.

A avaliação dos danos causados à vegetação devido ao vazamento de amônia, foi baseada no aspecto visual, bem como nos valores de concentração de amônia na atmosfera indicados internacionalmente para proteção da vegetação (Tabela 2).

Tabela 2 – Concentração de Amônia na Atmosfera para Proteção da Vegetação

Tipo de vegetação	Valor	Período de tempo	Referência bibliográfica
Qualquer vegetação	8 ug/m3	Média aritmética anual	WHO (1998)
Espécies cultivadas	55 ppm 1000 ppm	1 hora 3 minutos	Smith, 1981
Girassol, repolho e tomate	40 ppm	1 hora	Jacobson & Hill, 1970
Qualquer vegetação	0,14 ppm	30 dias	United Nations Economic Commission For Europe 1988
	0,86 ppm	24 horas	
	14,3 ppm	1 hora	

Procurou-se avaliar o tipo de injúria foliar visível, o estado geral das plantas e se os danos causados danificaram folhas novas ou velhas.

A fim de documentar a recuperação da área, foram feitos registros fotográficos nas três visitas realizadas pelo EQSE no local, no dias 30/01/98, 18/02/98 e 07/10/98 (Anexo 2).

Em 30/01/98, ou seja, 3 dias após o vazamento, foram verificados danos severos à vegetação localizada a sul e sudoeste do tanque onde ocorreu o vazamento, até uma distância de 500 m e danos menores e pontuais até 800 m de distância.

Essa vegetação, composta em sua maior parte de vegetação exótica e gramíneas, apresentava, num raio de 500m, injúrias características causadas por amônia, a saber: bronzeamento do limbo foliar, enrolamento das folhas, necroses e abscisão foliar, conforme ilustrado no anexo 2. Nas árvores e arbustos foi observada, ainda, queda das folhas, que, segundo informações de funcionários da indústria, se iniciou dois dias após o vazamento da amônia.

Em 18/02/98, 21 dias após o vazamento, observou-se o início espontâneo de processos de recuperação da vegetação local, pelo rebrotamento das folhas das espécies arbóreas e quase todas as arbustivas. Em relação as gramíneas, que se demonstraram muito sensíveis, houve morte de grande parte delas em uma extensão de aproximadamente 300m do vazamento. Alguns espécimes arbóreos e arbustivos apesar de estarem vivos, ainda não apresentavam folhas.

Em 07/10/98, 8 meses após o vazamento, o EQSE fez nova vistoria no local e constatou a recuperação de grande parte da vegetação de gramíneas. As folhas das espécies arbóreas e arbustivas, de uma forma geral, apresentaram-se sem injúrias visíveis características de amônia.

3. CONCLUSÕES

De acordo com os valores de concentração de amônia indicados internacionalmente para proteção da vegetação (Tabela 2) é possível verificar, comparativamente, que os níveis de amônia na atmosfera local após o acidente, atingiram valores significativamente altos para a vegetação. Os danos causados só não foram mais significativos por não terem atingido área de vegetação nativa, devido a calmaria dos ventos.

Considerando as vistorias técnicas realizadas pelo EQSE na área em que ocorreu o vazamento acidental de amônia conclui-se que:

- Os danos visíveis causados à vegetação, restringiram-se a uma área de até 800m;
- Os maiores danos ocorreram num raio de 300m do ponto de vazamento;
- Danos significativos ainda foram observados num raio de até 500m do ponto de vazamento;
- A vegetação mais danificada foi a de gramíneas, tendo ocorrido a morte de uma grande quantidade de indivíduos;
- As espécies arbóreas localizadas num raio de até 500m, perderam quase a totalidade das folhas à partir de 2 dias após o vazamento, mas emitiram novas folhas e se recuperaram em cerca de 8 meses;
- As espécies arbustivas perderam quase a totalidade das folhas e em sua maioria recuperaram-se após 20 dias do vazamento. Alguns espécimes não resistiram e houve a morte de algumas plantas;
- A vegetação da Mata Atlântica na Serra do Mar não foi atingida pelo vazamento, provavelmente devido à calmaria dos ventos, constatada pelo Parecer Técnico 001/98/EER.

As espécies *Musa sp* (bananeira), *Ricinus sp* (mamona), *Cecropia sp* (embaúba) e gramíneas em geral, por apresentarem injúrias significativas, em pontos mais distantes do vazamento, foram consideradas mais sensíveis que as demais espécies existentes na área.

Já *Philodendron sp* (filodendro), *Ficus benjamina* (ficus) e *Calliandra sp* (esponjinha), por apresentarem menores índices de injúrias foliares visíveis nos pontos mais próximos ao vazamento, foram consideradas mais resistentes que as demais espécies da área.

CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL
BIBLIOTECA

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CETESB. Danos causados à vegetação por vazamento de amônia nas instalações da ULTRAFÉRTIL, em Cubatão – SP. Informação Técnica n. 001/98-EQSE. São Paulo – SP, 1998.

CETESB. Efeito agudo de amônia sobre folhas de 9 espécies nativas da Mata Atlântica. São Paulo, novembro, 1991.

ECE CRITICAL LEVELS WORKSHOP, 1988. United Nations Economic Commission for Europe. Final Draft Report.

JACOBSON, J.S. & HILL, A.C. Recognition of air pollution injury to vegetation: a pictorial atlas. 1970.

SMITH, W.H. 1981. Air pollution and forests interaction between air contaminants and forest ecosystems. New York. Spring-Verlag. 379p.

WORLD HEALTH ORGANIZATION, 1998. Environmental Health Criteria



ANEXO 1

Parecer Técnico nº 001/98/EER

CETESB

Parecer Técnico : 001/98/EER

Assunto : Condições de segurança das instalações de armazenamento e distribuição de amônia na Ultrafertil - São Marcos.

Interessado : CSC - Agência Ambiental de Cubatão.

Data : 2/2/98.

1. Histórico

Por volta das 7h 35min do dia 27/01/98 ocorreu um vazamento de amônia nas instalações da ULTRAFÉRTIL - Unidade São Marcos, em Cubatão. O acidente ocorreu na linha de alimentação do tanque pulmão TK-7802B, situado na área de armazenamento, tendo sido causado pela ruptura da junta da flange situada acima da válvula de entrada do referido tanque, o qual continha amônia liquefeita pressurizada ($p = 12 \text{ bar}$; $T \cong 20^\circ\text{C}$).

Em consequência do vazamento formou-se uma nuvem de amônia na atmosfera, a qual inicialmente permaneceu sobre as instalações da empresa e, posteriormente, devido à ação do vento, atingiu áreas externas, exigindo a evacuação, tanto da população situada próxima à fábrica, como dos funcionários da indústria Manah S/A. Não foram registrados casos graves de intoxicação, embora seis pessoas tenham sido internadas com problemas respiratórios.

2. Vistoria técnica

Atendendo à solicitação da CSC - Agência Ambiental de Cubatão técnicos da EER - Divisão de Tecnologia de Riscos Ambientais realizaram, em 28/01/98, vistoria nas instalações da ULTRAFÉRTIL, com o objetivo de avaliar as condições de segurança do sistema envolvido no acidente.

Durante a vistoria, a qual foi realizada em conjunto com técnicos da CSC, os representantes da ULTRAFÉRTIL relataram que o vazamento foi identificado por operadores que se encontravam próximos ao tanque, sendo que a primeira medida adotada foi a paralisação da operação de bombeamento de amônia que estava sendo realizada. Esta medida foi adotada a partir da sala de controle onde se encontra a botoeira de desarme das bombas da unidade. Posteriormente, utilizando os EPI's apropriados, os técnicos da empresa realizaram o fechamento manual de válvulas de bloqueio, visando isolar o local do vazamento, reduzindo assim a alimentação do mesmo. Simultaneamente, foi realizado o abatimento da nuvem formada com a aplicação de neblina d'água, através da rede de combate à incêndio.

Ainda na vistoria foram constatados os seguintes aspectos:

- a unidade encontrava-se em operação normal, após ter sido realizada a troca da junta avariada;
- as linhas, válvulas e demais acessórios dos tanques TK-7802A e TK-7802B apresentavam vários pontos de corrosão externa, além da falta de identificação e ancoragem adequadas;
- há dificuldade no acesso à válvula manual existente entre os dois tanques-pulmão;
- todo o sistema de operação é realizado "in loco" manualmente, exceção feita ao desarme das bombas, conforme já relatado;

- o sistema de abatimento de vapores de amônia é manual e realizado através da montagem de linhas de combate à incêndio, a partir de hidrantes instalados a distâncias consideráveis dos reservatórios.

3. Análise do vazamento

Conforme descrição dos técnicos que participaram do atendimento emergencial, a nuvem de amônia formada na atmosfera não sofreu dispersão nos momentos iniciais do vazamento devido às condições atmosféricas presentes naquele momento, principalmente pela baixa velocidade de vento, que se encontrava inferior à 1 m/s, conforme dados da estação meteorológica da CETESB em Vila Parisi. Com o aumento da velocidade do vento foi iniciado o processo de dispersão da nuvem, preferencialmente na direção da empresa Manah e de um núcleo populacional situado no Jardim São Marcos distante cerca de 400 m do ponto de vazamento.

Dessa forma, foi necessária a evacuação dessas áreas, de modo a evitar exposições ao produto vazado. Mesmo assim, numa extensão de até 600 m moradores sofreram desconforto devido à inalação do produto existente na atmosfera. Os sintomas descritos incluíram irritação dos olhos, nariz e garganta e até dificuldade respiratória. A vegetação nas redondezas também apresentou sinais visíveis de contaminação até distâncias em torno de 800 m.

Com a finalidade de avaliar a magnitude das consequências do vazamento foram realizadas simulações com o código de cálculo PHAST desenvolvido pela DNV TECHNICA. Cabe ressaltar, que estas simulações representam somente uma estimativa do ocorrido, não sendo possível comparar seus resultados com valores de campo, uma vez que não há registros de monitoramento no local, durante a ocorrência do vazamento.

Os dados de entrada utilizados nas simulações referentes ao processo foram fornecidos pela ULTRAFÉRTIL, enquanto que os dados meteorológicos foram obtidos na própria CETESB, através dos registros da estação de monitoramento de Vila Parisi.

Para efeito de simulação foi utilizada a concentração de amônia de 50 ppm como referência, uma vez que tal concentração representa o valor médio máximo permissível para até 5 minutos de exposição, sem que sejam esperados efeitos adversos à saúde humana (Short-Term Inhalation Limits), de acordo com a referência *Extremely Hazardous Substances - Superfund Chemical Profiles, USEPA, Vol. 1, 1988*. Dessa forma, o modelo utilizado forneceu a máxima distância atingida para esta concentração de referência. Também foi avaliada a concentração do produto para áreas situadas a 300 m, 400 m e 500 m do ponto de vazamento, as quais representam, respectivamente, a empresa Manah e dois pontos do núcleo populacional do Jardim São Marcos.

4. Análise dos resultados

O relatório das simulações realizadas encontram-se no Anexo I e os resultados obtidos encontram-se na Tabela I, que segue:

Tabela 1- Resultados obtidos na simulação

Distância a partir do ponto de vazamento (m)	Concentração de amônia (ppm)
300	882
400	468
500	238
1020	50

Como pode-se observar, as concentrações encontradas nas distâncias referentes ao núcleo populacional justificam os sintomas relatados pelos moradores, uma vez que concentrações a partir de 400 ppm causam irritação no nariz, garganta e olhos (Manual de Amônia, IBP, 1977). Já, a concentração de referência de 50 ppm atingiu a distância de 1020 m, razão pela qual pode-se supor que, caso o vento permanecesse na mesma direção, sentido e intensidade durante todo o período do vazamento, os odores do produto certamente seriam sentidos a mais de 1 km do ponto de vazamento.

Cabe ressaltar que os danos observados não foram mais graves, em função do forte odor irritante do produto envolvido, que permitiu uma curta exposição devido à fuga das pessoas. Nesse aspecto a ação de evacuação também reduziu significativamente a exposição da população.

5. Recomendações

Em função da magnitude das consequências geradas pelo vazamento, as quais ultrapassaram os limites da empresa causando incômodos e a intoxicação da população, bem como severos danos à vegetação existente no entorno da ULTRAFÉRTIL e considerando também os dados, informações e observações da vistoria realizada, recomenda-se que a empresa adote as seguintes providências:

1. substituição imediata de todas as juntas das flanges dos tanques TK-7802A e TK-7802B;
2. apresentação de laudo técnico elaborado por entidade independente com reconhecida especialização na área, referente à análise da junta avariada, indicando as causas do seu rompimento;
3. apresentação de relatório elaborado por auditoria independente, realizada por entidade de reconhecida especialização na área, referente às condições atuais de conservação, estanqueidade e integridade dos seguintes equipamentos da unidade de estocagem e distribuição de amônia:
 - tanque refrigerado TK-7801;
 - tanques pressurizados TK-7802A e TK-7802B;
 - sistemas de aquecimento e de refrigeração;
 - sistema de bombeamento;
 - linhas, válvulas e demais acessórios pertinentes aos equipamentos acima citados.

4. também elaborado por auditoria independente, deverá ser apresentado um estudo de avaliação crítica do sistema de manutenção vigente na ULTRAFÉRTIL para a unidade em questão, incluindo os procedimentos adotados a nível de manutenção, preventiva e corretiva, e de periodicidade de inspeções, normas adotadas e registro dos dados, uma vez que os documentos apresentados à CETESB foram considerados insatisfatórios. O referido estudo deverá também apontar as devidas correções a serem implementadas para a melhoria do sistema de inspeção e manutenção, caso necessário.
5. apresentação de projeto de automação da unidade de estocagem e distribuição de amônia, que permita o bloqueio automático do bombeamento e das válvulas das linhas de entrada (6") e de saída (10") dos tanques TK-7802A e TK-7802B, no caso da ocorrência de vazamentos de amônia.
6. o projeto mencionado no item anterior deverá também contemplar o acionamento simultâneo de sistema de abatimento de vapores.

Por fim, é recomendável a realização de um estudo de análise de riscos para a Unidade São Marcos da ULTRAFÉRTIL como um todo, de modo que todas as suas instalações e seus respectivos perigos sejam adequadamente avaliados, visando a adoção de outras medidas para o gerenciamento dos riscos identificados, caso necessário.

ORIGINAL
DEVIDAMENTE ASSINADO

Edson Haublad
Secretaria
Químico
Nº Reg. 01.4114-3

ORIGINAL
DEVIDAMENTE ASSINADO
Secretaria

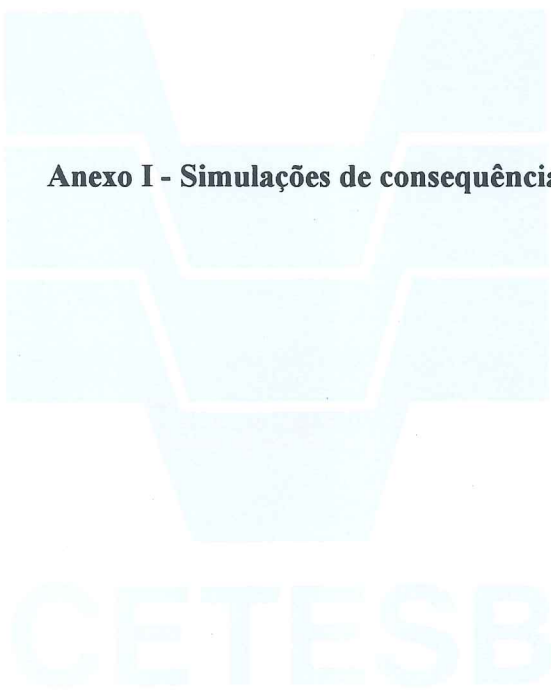
Ruth Zugman Do Coutto
Engenheiro Químico
Nº Reg. 01.5744-3

ORIGINAL
DEVIDAMENTE ASSINADO
Secretaria

José Carlos de Moura Xavier
Gerente do Setor de Análise de Riscos
Nº Reg. 01.6027-7

Ricardo Rodrigues Serpa
Gerente da Divisão de Tecnologia de
de Riscos Ambientais
Nº Reg. 01.3731-8

Anexo I - Simulações de consequência



PHAST Version: 5.01

Study: ULTRAFER

03-FEB-1998 15:03

Case 1: ultrafertil

Processed by version: 5.01

Outdoor release of 300000.0 kg of AMMONIA from Saturated Liquid Vessel

Distances of interest (m) : 300.00 400.00 500.00
Concentration of interest (mol ppm) : 50.0
Derive results for user defined averaging time : 300.

SCENARIO: Liquid Line Rupture

| Initial temperature (K) : 307.
| Initial pressure (bar(g)) : 12.0
| Tank head (m) : 0.100
| Line diameter (mm) : 28.0
| Line length (m) : 80.0
| Dike or containment area (sq m) : No Dike
Surface type : Concrete

Final state of release

| Release rate (kg/s) : 1.03
| Pseudo-velocity (m/s) : 240.
| Discharge velocity (m/s) : 113.
| Release duration (s) : 3.600E+03
| Final liquid fraction : 0.795
| Drop size (mm) : 2.976E-06
| Height of release (m) : 4.00
Release direction : Horizontal

+++++
 + CONSEQUENCE RESULTS +
 +++++

Conc. at distances of interest for an averaging time of 300.0 s

Distance (m)			AMMONIA (mol ppm)
			1.0m/s;B
Distance 1 :	300.00		882.00
Distance 2 :	400.00		468.00
Distance 3 :	500.00		238.00

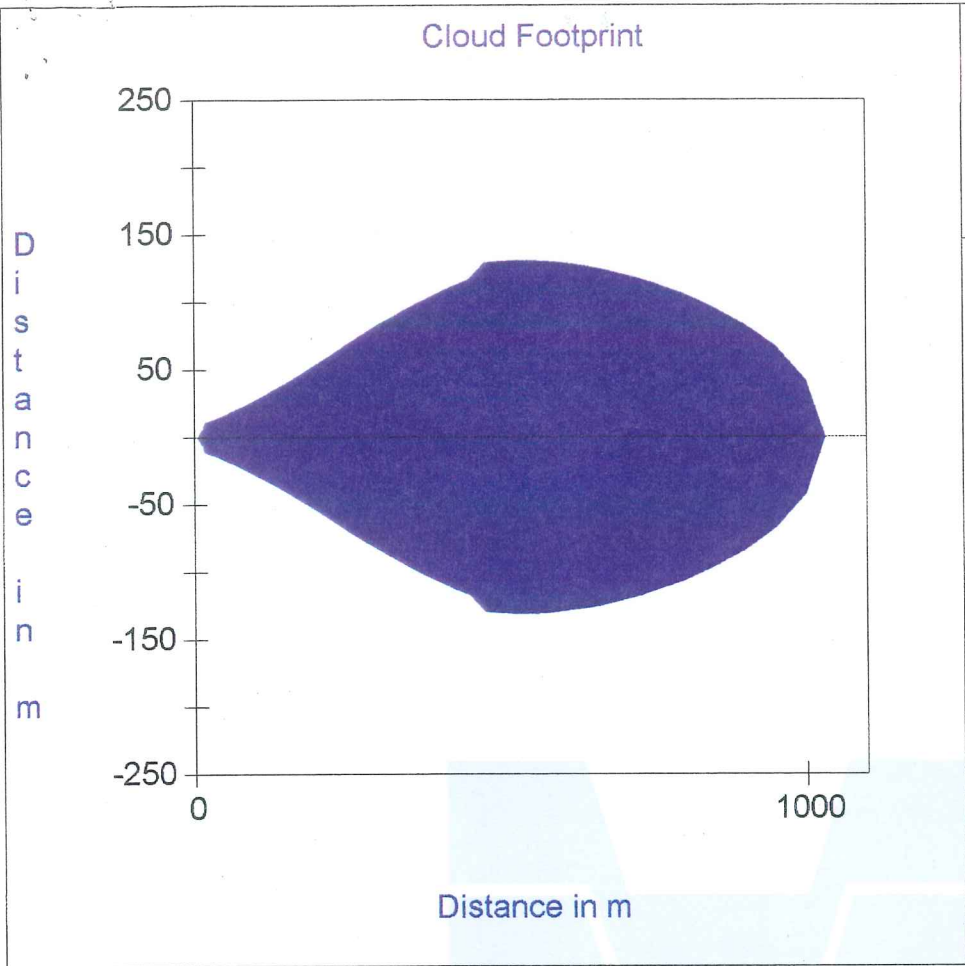
Distances to conc. of interest of 50.00 (mol ppm) for each av. time

Averaging time (s)		Distance (m)
		1.0m/s;B
User specified :	300.00	1020.00

Ambient Conditions

Weather Class	1.0m/s;B
Surface roughness parameter	0.17
Atmospheric temperature (K)	297.00
Surface temperature (K)	293.00
Relative humidity	0.95
Atmospheric pressure (N/m2)	101300.00

CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL
 BIBLIOTECA



PHAST Professional v5.01

Study: ULTRAFER

Material: AMMONIA

Case: ultrafertil

Weather: B 1.0 m/s

Continuous

Concentrations (ppm)

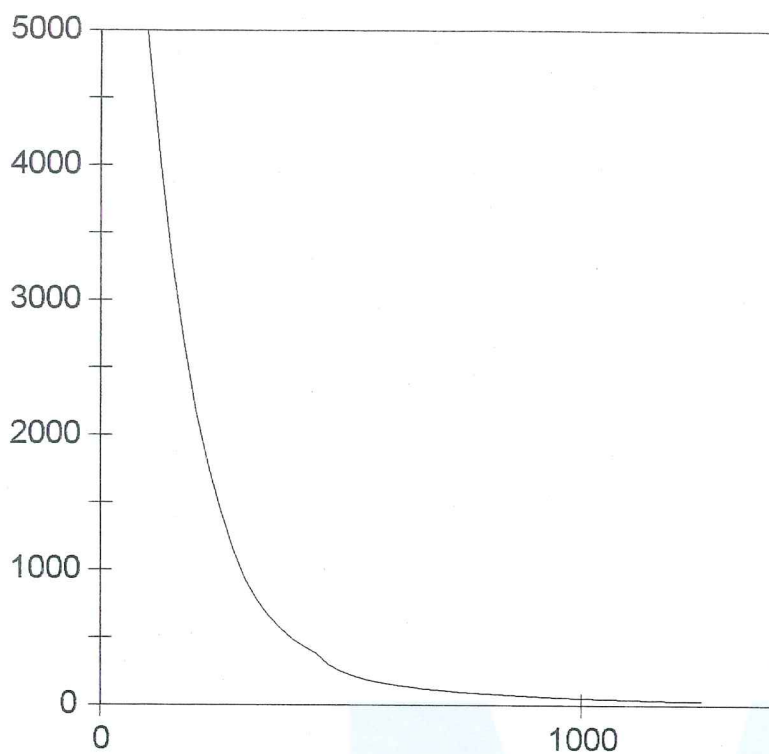
50. Area=.1753E+06 sq m

Averaging time 300.00 s

CETESB

Concentration in mol ppm

Centreline concentration v distance



Distance in m

PHAST Professional v5.01

Study: ULTRA FER

Material: AMMONIA

Case: ultrafertil

Weather: B 1.0 m/s

KEY

— Dispersion from cloud

Averaging time 300.00 s

CETESB



ANEXO 2

Documentação Fotográfica

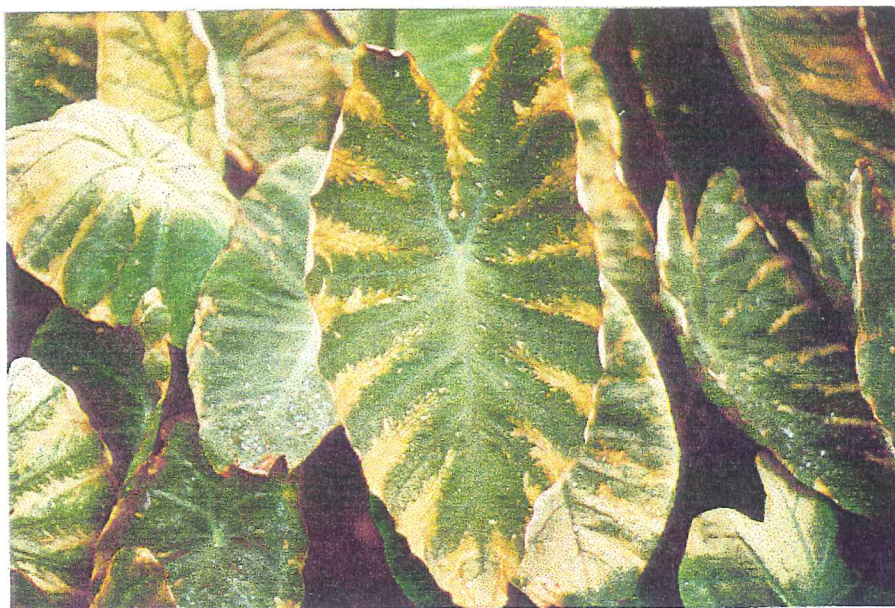


Figura 2 – Planta da família Araceae com injúrias características de amônia nas folhas (bronzeamento). Foto tirada em 30/01/98 a cerca de 200m do vazamento.



Figura 3 – Mesmo espécime da figura 2 em foto tirada em 18/02/98, indicando folhas novas sem injúrias



Figura 4: Foto tirada em 30/01/98 de exemplar de *Monstera deliciosa* a cerca de 400m do vazamento



Figura 5: Outro exemplar de *Monstera deliciosa* distante cerca de 300m do ponto de vazamento



Figura 6: Mesmo exemplar da figura 4 em foto tirada em 04/09/98, demonstrando ter havido perda de folhas injuriadas e surgimento de folhas novas sem injúrias visíveis. As necroses marginais que ocorrem nessas folhas devem-se aos fluoretos gasosos presentes na atmosfera local



Figura 7: Mesmo exemplar da figura 5, demonstrando perda das folhas afetadas e desenvolvimento normal da planta em 04/09/98



Figura 8: Aspecto da área próxima ao ponto de vazamento em 18/02/98



Figura 9: Aspecto geral da mesma área da figura 8 em 04/09/98

CETESB - C.A. DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL
BIBLIOTECA



Figura 10: *Ficus sp* a cerca de 300m do ponto de vazamento em 30/01/98. As folhas apresentam-se totalmente bronzeadas.



Figura 11: Mesmo exemplar da figura anterior em 04/09/98



Figura 12: *Musa sp* a cerca de 500m do ponto de vazamento em 30/01/98. Percebe-se nesta folha um dos aspectos característicos do efeito da amônia na vegetação, que é o bronzeamento das folhas



Figura 13: Mesmo exemplar da figura anterior em foto tirada em 18/02/98

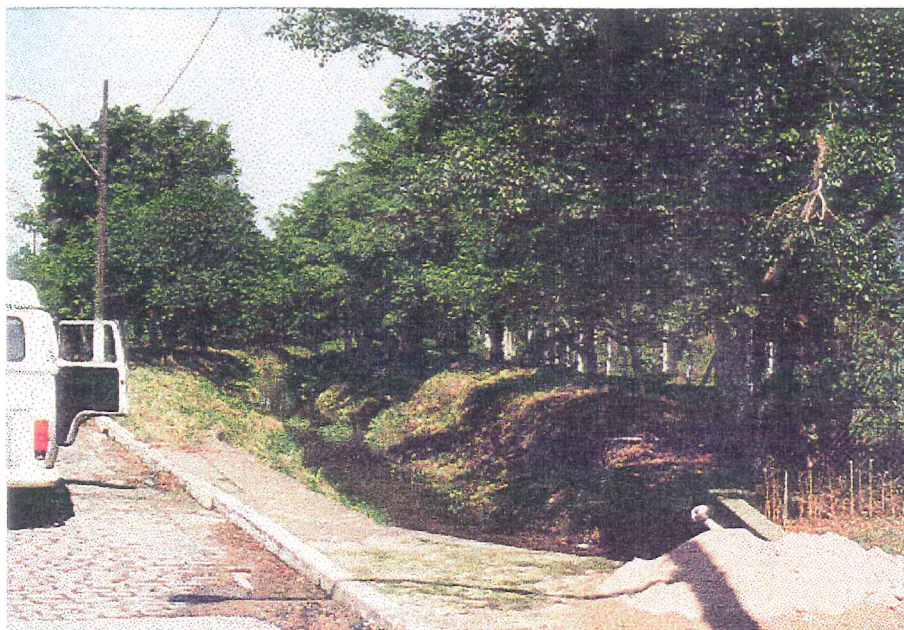


Figura 14 – Aspecto de gramíneas na margem do córrego a cerca de 250 m do ponto vazamento



Figura 15 – Aspecto da mesma área da figura anterior em 04/09/98



Figura 16 – Espécimes de *Ricinus sp* (mamona) totalmente afetadas pela amônia em 30/01/98. Repare-se a cor bronzeada das folhas e o enrolamento marginal das mesmas, ambos característicos de contaminação por amônia.

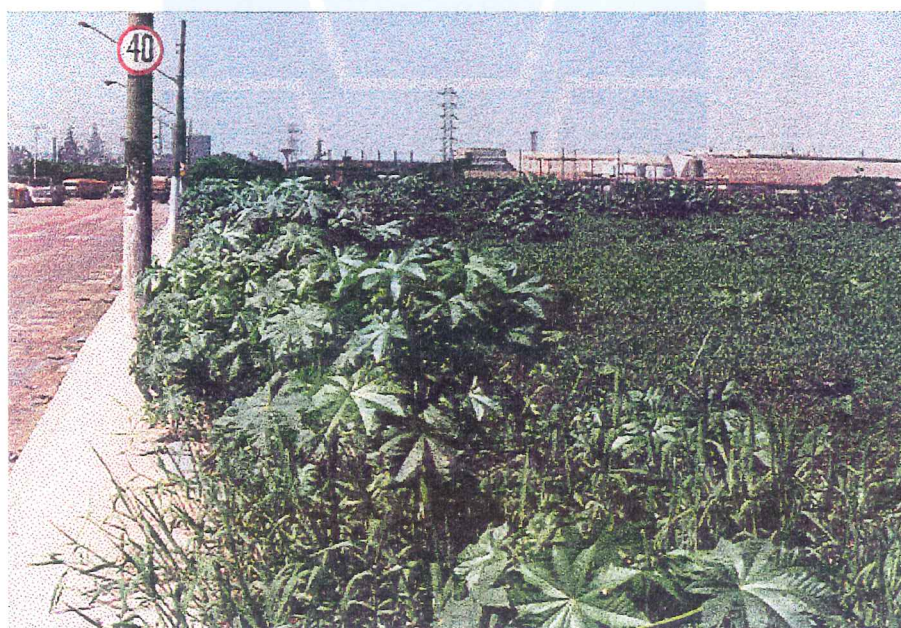


Figura 17 – Mesmos indivíduos da figura anterior já não apresentando injúrias causadas pela amônia em foto tirada em 04/09/98. As folhas verdes referem-se em todas as espécies retradadas neste relatório a folhas novas. Em nenhum caso houve recuperação das folhas injuriadas.



Figura 18 – Aspecto geral da área mais próxima do vazamento, distando até 200m em 30/01/98



Figura 19 – Aspecto geral da mesma área da figura anterior em 18/02/98



Figura 20 – Aspecto geral da mesma área das figuras 18 e 19 em 04/09/98

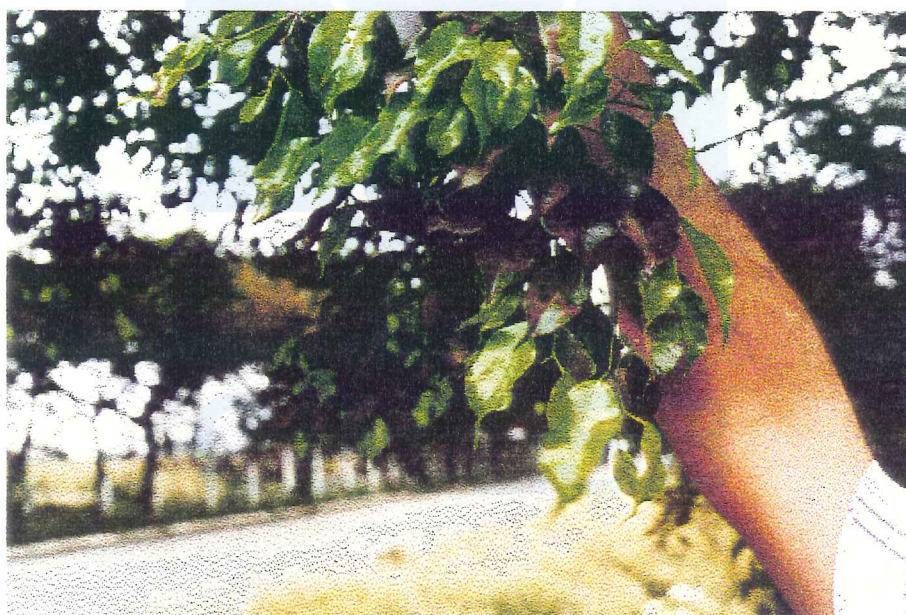


Figura 21 – Detalhe de injúrias causadas pela amônia em espécime de *Ficus benjamina* (ficus) distante cerca de 300m do vazamento



Figura 22 – Arbusto não identificado nativo da região, distante cerca de 800m do ponto do vazamento. Essa foi a espécie que apresentou injúrias características de amônia a distância mais longa do ponto do vazamento



Figura 23 – Indivíduo de *Cecropia sp* com folhas totalmente retraídas devido à ação da amônia

CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL
BIBLIOTECA

Data Aquis:	16/2/00
Indic:	Memo 003/00
	EXSE de 19/1/00
Livraria:	
Preço:	R\$
Data Tomba:	16/2/00