



XI SILUBESA

Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental

28/03 a 02/04/2004 - Natal - Rio Grande do Norte - Brasil

VI-019 – CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, ECOTOXICOLÓGICA E AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL DE EFLUENTES LÍQUIDOS PROVENIENTES DE INDÚSTRIA TÊXTIL/MALHAS

Alexandra Fátima Saraiva Soares⁽¹⁾

Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, EE/UFMG. Engenheira Civil, EE/ UFMG.
Perita Ambiental do Ministério Público do Estado de Minas Gerais.

Mônica Maria Diniz Leão

Doutora em Engenharia de Antipoluição (INSA, FR). Engenheira Química, EE/UFMG.
Professora Adjunta do DESA/EEUFMG.

Rochel Montero Lago

PhD Oxford University (Inglaterra). Químico, UNICAMP.
Professor Adjunto do DQ/UFMG.

Endereço⁽¹⁾: Rua Juscelino Barbosa, 230/101 – Nova Suíça - Belo Horizonte – MG CEP:30.480-490 – Brasil Tel: (31) 3334-9018

e-mail: alexandrasaraiva@yahoo.com.br

RESUMO

A presente pesquisa efetuou uma caracterização física, química e ecotoxicológica dos efluentes líquidos provenientes das indústrias têxteis, em especial das malharias, e avaliou a relação entre os parâmetros físico-químicos e o grau de toxicidade levantado. Além disso, visou avaliar o impacto ambiental desses efluentes nos corpos d'água receptores e analisar a possibilidade de correlação entre a toxicidade e o parâmetro DQO, para auxiliar a revisão do atual padrão de lançamento de DQO – efluentes do setor têxtil – em Minas Gerais.

Foram utilizadas variáveis físico-químicas, na tentativa de correlacionar a toxicidade à qualidade dos efluentes, através da análise de regressão linear simples. Entretanto, as variáveis utilizadas não foram capazes de explicar a variabilidade da UTA, não sendo encontradas probabilidades de significância (p-valor) maiores que 0,05. Dessa forma, não foi possível atribuir a toxicidade aos parâmetros físico-químicos individualmente, pois o efeito de interação das várias substâncias presentes nos efluentes pode produzir efeitos tóxicos aditivos, antagônicos e mesmo sinérgicos nos organismos aquáticos. Sendo assim, a utilização dos parâmetros físico-químicos, como critério para definir o grau de toxicidade, não se mostrou possível, tornando-se necessário, para fins de caracterização desses efluentes e avaliação de impacto ambiental nos cursos de água receptores, a realização de testes específicos de toxicidade.

PALAVRAS-CHAVE: Ecotoxicologia, Efluentes industriais, *Daphnia similis*, Impacto ambiental, Indústria têxtil.

INTRODUÇÃO

Constitui fator de grande preocupação atualmente o crescente aumento da poluição ambiental. A cada dia nossos recursos hídricos tornam-se menos disponíveis. A consciência da preservação do meio ambiente saudável constitui-se numa das premissas básicas para a qualidade de vida. A preservação dos recursos naturais é imprescindível para a vida das gerações futuras.

A água deve ser avaliada como elemento vital da sociedade, da biodiversidade e recurso de valor econômico para o desenvolvimento. Trata-se de substância essencial a todas as formas de vida, sendo a sua disponibilidade um dos

fatores mais importantes para definição dos ecossistemas. É uma matéria-prima que tende a escassear tanto em quantidade quanto em qualidade, tornando-se, portanto, cada vez mais onerosa. É fundamental que os recursos hídricos apresentem condições físicas e químicas adequadas para sua utilização pelos organismos.

Os sistemas de monitoramento dos corpos d'água vêm sendo utilizados pelos órgãos ambientais para o acompanhamento e avaliação do impacto ambiental causado pelas atividades humanas.

Para efeito de orientação e referência, torna-se necessário a implementação de alguns instrumentos legais, dentre esses, o enquadramento dos cursos d'água. O enquadramento dos cursos d'água em classes é realizado em função dos usos preponderantes. Trata-se de um instrumento de planejamento de suma importância para o controle ambiental e a gestão dos recursos hídricos.

A definição das nove classes para águas doces, salobras e salinas de todo território nacional, consta na Resolução CONAMA 20/86. Para cada classe foram estabelecidos, por meio de parâmetros físicos, químicos e biológicos, padrões e condições de qualidade a serem respeitadas de modo a assegurar os usos preponderantes. Além disso, o Estado de Minas Gerais, em caráter complementar, também estabelece limites às vezes mais restritivos e mais adequados à realidade mineira – condições naturais do Estado. A Deliberação Normativa COPAM 10/86 estabelece cinco classes para águas doces. Entretanto, o estabelecimento legal de padrões para algumas substâncias químicas não, necessariamente, garante a ausência de toxicidade no efluente. A toxicidade se deve à presença de agentes químicos que podem interagir entre si e ter seu efeito tóxico potencializado como resultado dessa ação global.

A Resolução CONAMA 20/86 em seu Artigo 12 cita: *"os padrões de qualidade das águas, estabelecidos nesta Resolução, constituem-se em limites individuais para cada substância. Considerando eventuais ações sinérgicas entre as mesmas, estas ou outras não especificadas, não poderão conferir às águas características capazes de causarem efeitos letais ou alterações de comportamento, reprodução ou fisiologia da vida"*. Além desse artigo, com referência aos padrões de emissão propriamente ditos, pode-se dizer que a toxicidade de um efluente está contemplada no Artigo 23, que estabelece: *"os efluentes não poderão conferir ao corpo receptor características em desacordo com o seu enquadramento"*. Sendo assim, apesar da legislação vigente não aliar diretamente os atuais padrões numéricos à toxicidade, ela menciona a necessidade dos efluentes não conferirem efeitos tóxicos ao ambiente.

O presente trabalho contém resultados de uma avaliação da possibilidade de correlação entre os parâmetros físico-químicos, utilizados na caracterização dos efluentes têxteis, e a toxicidade aguda para *Daphnia similis*, na tentativa de se estabelecer um modelo matemático. Avaliou-se também o impacto ambiental desses efluentes nos cursos d'água receptores.

Os efluentes líquidos, que constituem o problema principal das indústrias do setor têxtil, apresentam composição variada. Esses efluentes são provenientes basicamente das etapas de limpeza, tingimento e acabamento, e contêm corantes, soda cáustica, amido, detergentes e sabões, caracterizando-se por elevada DBO₅. Além disso, por apresentarem um número significativo de constituintes de difícil degradação, os efluentes têxteis possuem valores elevados de DQO. A toxicidade aquática desses efluentes varia, consideravelmente, em função das instalações, insumos e outros fatores, podendo apresentar-se alta ou até mesmo nula (USEPA, 1996).

Através de testes com *Daphnia similis* foi avaliada a toxicidade aguda de efluentes líquidos de seis indústrias têxteis, sendo cinco malharias de portes diferenciados e uma indústria de tecidos planos de grande porte, localizadas em diferentes regiões do Estado de Minas Gerais.

O desenvolvimento desse trabalho contou com o apoio e a participação da Fundação Estadual do Meio Ambiente do Estado de Minas Gerais (FEAM).

MATERIAIS E MÉTODOS

Seleção das indústrias

Foram estudadas seis indústrias têxteis (cinco malharias e uma indústria de tecido plano) de diferentes portes, sendo que duas apresentam sistema de tratamento biológico com lodo ativado em regime contínuo (Tabela 1).

Tabela 1: Principais características das empresas estudadas.

<i>Empresa</i>	<i>Efluente bruto</i>	<i>Efluente tratado</i>	<i>Classificação: Porte/Classe⁽¹⁾</i>	<i>Vazão de efluente (m³/h)</i>	<i>Produção tingimento (t/mês)</i>
<i>A</i>	<i>TX1</i>	-	<i>G/III</i>	<i>55</i>	<i>250</i>
<i>B</i>	<i>TX2</i>	<i>TX3</i>	<i>G/III</i>	<i>56</i>	<i>400</i>
<i>C</i>	<i>TX4</i>	-	<i>P/I</i>	<i>10</i>	<i>60</i>
<i>D</i>	<i>TX5</i>	-	<i>P/I</i>	<i>20</i>	<i>80</i>
<i>E</i>	<i>TX6</i>	-	<i>P/I</i>	<i>10</i>	<i>66</i>
<i>F</i>	<i>TX7</i>	<i>TX8</i>	<i>G/III</i>	<i>42,5</i>	<i>N.I.</i>

(1) Classificação do empreendimento segundo DN 01/90 (COPAM, 1990): o porte é função da área útil (AU) e do número de empregados (NE) do empreendimento. A determinação da classe ocorre a partir do potencial poluidor da atividade e do porte do empreendimento.

N.I.: não informado.

Parâmetros e amostragem

Foram definidos oito pontos de amostragem dos efluentes industriais (seis pontos de efluente bruto e dois de efluente tratado). As coletas foram realizadas durante o segundo semestre de 2001, com frequência mensal, totalizando cinco campanhas, abrangendo o período de seca e chuva. As amostragens foram simples para os efluentes tratados e compostas para os efluentes brutos.

A metodologia de coleta, preservação e análise físico-química das amostras foram realizadas conforme estabelecido no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, AWWA, WEF, 1995).

Os parâmetros físico-químicos analisados nos efluentes líquidos para a caracterização físico-química foram: DBO₅, DQO, cor, turbidez, condutividade elétrica, sólidos totais, sólidos em suspensão, sólidos sedimentáveis, sulfetos, índice de fenóis, nitrogênio total Kjeldahl, pH, Pb, Zn e Cr(III) e Cr(VI), totalizando 8 amostras por mês e 40 no final da amostragem semestral.

Os testes de toxicidade aguda nos efluentes líquidos foram realizados com microcrustáceos: *Daphnia similis*, com a exposição dos organismos-teste, jovens de 0 a 24 horas de vida, a diferentes concentrações do efluente estudado por 48 horas. Terminado o período de exposição, os organismos foram examinados quanto a sua mobilidade. As daphnias que não apresentaram movimento durante 15 segundos de observação, foram consideradas imóveis. Os testes foram considerados válidos quando a taxa de imobilidade dos organismos no controle foi inferior a 10% (ABNT, 1993).

Os resultados desses testes foram expressos em CE(I)50; 48h, conforme NBR 12.713 – Água: ensaio de toxicidade aguda com *Daphnia similis* Claus, 1876 (Cladocera, Crustacea). Esses testes foram realizados em duas etapas: em um ensaio preliminar, foi avaliada uma faixa de concentrações amplas, que permitiu definir o intervalo de concentrações adequado a ser utilizado nos ensaios definitivos.

Tratamento dos dados

Os recursos computacionais utilizados para tratamento estatístico, incluem os programas TOXSTAT 3.0® , Trimmed Spearman Karber (TSK) Program version 1.5 e MINITAB® .

Para análise da variabilidade dos diferentes parâmetros físicos e químicos, bem como a toxicidade de cada efluente líquido, foram calculados os valores das médias e desvios padrão dos resultados.

Os valores de CE(I)50 foram convertidos para Unidades Tóxicas aguda – UTa, segundo a Equação 1:

$$UTa = 100/CE(I)50$$

Equação 1

O número médio de organismos imóveis por replicata, foi inicialmente testado quanto à normalidade e a homocedasticidade, através dos testes de χ^2 e Hartley, respectivamente. Entretanto, para determinação de todos os CE50, utilizou-se o método Trimmed Spearman Karber (TSK) que trata-se de um método não paramétrico e, portanto, aplicável a todos os conjuntos de dados deste trabalho.

Em uma tentativa de estabelecer uma relação entre as variáveis físico-químicas que apresentam potencial tóxico para a vida aquática e estão presentes nestes efluentes industriais, foi utilizada a técnica de regressão linear múltipla. O modelo adotado envolveu doze variáveis (condutividade elétrica, pH, cor real, DBO₅, DQO, índice de fenóis, sólidos suspensos e totais, nitrogênio Kjeldahl, turbidez, zinco e relação DQO:DBO₅) para descrever o comportamento da variável UTa. Apesar de outras variáveis físico-químicas terem sido avaliadas nas amostras dos efluentes, decidiu-se não utilizá-las durante a análise de regressão por apresentarem reduzida variabilidade, sendo que muitos dos valores medidos estiveram abaixo do limite de detecção dos métodos de análise utilizados.

Como um primeiro passo para estabelecer o modelo de regressão, foi calculado o coeficiente de correlação linear simples de Pearson (r) entre as variáveis explicativas e resposta. O primeiro método utilizado para redução do número de variáveis explicativas foi o denominado "Todas as regressões possíveis", onde os melhores modelos eram escolhidos a partir do coeficiente de predição ajustado (R^2_{ajustado}). O outro método utilizado para a redução do número de variáveis explicativas e definição do modelo de regressão foi o "Stepwise".

Estimativa de impacto ambiental

O impacto causado no corpo d'água é estimado levando em consideração a capacidade de assimilação do corpo receptor. Para isso, são comparados os dados de concentração do efluente no corpo receptor e a concentração desse efluente que causa efeito tóxico aos organismos aquáticos. Assim, baseado nessa comparação, são estabelecidas concentrações do efluente no corpo d'água, que asseguram a integridade ecológica do ecossistema aquático (GHERARDI-GOLDSTEIN, 1990).

Como em nosso estudo utilizou-se apenas uma espécie aquática, microcrustáceo *Daphnia similis*, para determinação da toxicidade aguda, foram utilizadas, para a estimativa do impacto ambiental, as seguintes equações:

$$\text{CER} \leq \text{CE}_{50}/300 \text{ (para evitar efeitos tóxicos agudos)} \quad \text{Equação 2}$$

$$\text{CER} \leq \text{CE}_{50}/1000 \text{ ou } \text{CER} \leq \text{CENO}/100 \text{ (para evitar efeitos tóxicos crônicos)} \quad \text{Equação 3}$$

Onde: CER: concentração de efluente no rio.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização dos efluentes líquidos

A Tabela 2 apresenta os valores das médias e dos desvios padrões calculados para as variáveis físico-químicas e ecotoxicológicas mensuradas nos efluentes. Os dados referem-se às médias mensais das amostras que foram analisadas para este trabalho. O desvio padrão é útil para se avaliar a variabilidade das variáveis consideradas.

Tabela 2: Médias mensais e desvios padrões (S) das variáveis mensuradas nos efluentes.

Variáveis		Empresas/Efluentes							
		A		B		C	D	E	F
		TX 1 _b	TX 2 _b	TX 3 _t	TX 4 _b	TX 5 _b	TX 6 _b	TX 7 _b	TX 8 _t
Condutividade (µS/cm)	<i>Média</i>	9586	6946	5867	10625	5171	6368	4635	4711
	<i>S</i>	1914	2126	447	3435	1400	2739	1622	810
pH	<i>Média</i>	11,5	11,2	8,1	11,4	10,7	10,7	6,7	7,5
	<i>S</i>	0,1	0,3	0,6	0,6	0,3	0,8	0,5	0,1
Cor real (UH)	<i>Média</i>	410	410	370	412	266	790	280	185
	<i>S</i>	125	125	97	178	203	961	135	49
DBO5 (mg/L)	<i>Média</i>	213	195	10	333	249	241	806	31
	<i>S</i>	92	73	4	142	44	147	537	29
DQO (mg/L)	<i>Média</i>	805	746	162	945	698	676	1752	284
	<i>S</i>	77	162	40	220	133	124	189	122
DQO: DBO5	<i>Média</i>	3,55	3,77	18,50	3,36	2,77	3,17	2,01	9,16
	<i>S</i>	1,19	0,69	11,16	0,95	0,75	1,18	0,79	5,15
Fenóis (mg/L)	<i>Média</i>	0,02	0,06	0,01	0,01	0,00	0,01	0,12	0,02
	<i>S</i>	0,01	0,07	0,00	0,00	0,00	0,01	0,20	0,02
NTK (mg/L)	<i>Média</i>	19,2	28,8	5,5	35,1	21,9	19,5	50,7	18,1
	<i>S</i>	5,4	10,2	4,1	7,3	16,9	14,7	15,6	20,6
Sólidos susp. (mg/L)	<i>Média</i>	49	73	22	52	74	106	60	72
	<i>S</i>	12	35	18	33	37	92	22	42
Sólidos tot. (mg/L)	<i>Média</i>	5000	4288	4216	7893	4206	4114	4660	3666
	<i>S</i>	28	18	5	29	14	30	17	16
Turbidez (UNT)	<i>Média</i>	65	40	8	73	46	69	66	27
	<i>S</i>	28	18	5	29	14	30	17	16
Zinco (mg/L)	<i>Média</i>	0,2	0,4	0,2	0,1	0,1	0,1	0,4	0,1
	<i>S</i>	0,1	0,3	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
	<i>Média</i>	39,18	202,56	1,77	33,02	36,10	54,75	99,95	3,99
	<i>S</i>	21,94	395,09	0,47	16,83	17,92	91,95	103,91	3,87
UTa	<i>Média A</i>	33,31	28,80	1,72	37,39	31,12	11,84	84,62	1,92
	<i>S Aparado</i>	11,12	12,34	0,26	6,05	18,26	9,06	93,26	-
	<i>mediana</i>	31,95	25,77	1,82	37,39	41,46	11,84	30,77	1,92

Média aparada (Média A): média aritmética após a exclusão de um percentual de pontos extremos. No caso, 20% dos maiores e 20% dos menores valores.

Efluente bruto (b).

Efluente tratado (t).

Análise da regressão

Após a construção do quadro de correlação de Pearson (r) entre todas as variáveis contempladas no modelo (Quadro 1) foi possível observar as correlações existentes entre os diferentes parâmetros. Nota-se que a maior correlação constatada envolvendo toxicidade (UTa) foi com a DQO (0,202), entretanto, esse valor de r é considerado muito baixo. Esse fato leva a crer que os parâmetros analisados não podem responder, de forma significativa, pela toxicidade aguda dos efluentes.

Quadro 1: Diagrama de correlação de Pearson para as variáveis envolvidas.

	Cond.	pH*	Cor	DBO	DQO	Fenois	NTK	SSusp	ST	Turbid	Zn	DQO:DBO
pH	0.570											
Cor	0.444	0.192										
DBO	-0.120	-0.307	-0.069									
DQO	-0.006	-0.091	-0.071	0.834								
Fenois	-0.241	-0.222	-0.085	0.238	0.451							
NTK	-0.146	-0.117	-0.199	0.509	0.746	0.369						
SSusp	0.044	0.157	0.579	0.058	0.112	0.048	0.024					
ST	0.844	0.283	0.440	0.017	0.168	-0.096	0.002	0.092				
Turbid	0.152	0.357	0.098	0.472	0.655	0.188	0.464	0.343	0.146			
Zn	-0.008	-0.133	-0.048	0.197	0.245	0.261	0.198	-0.278	-0.068	-0.179		
DQO:DBO	-0.154	-0.328	-0.094	-0.414	-0.532	-0.122	-0.432	-0.256	-0.123	-0.532	-0.113	
UTa	-0.147	0.071	-0.013	0.152	0.202	0.178	0.183	0.018	-0.127	0.168	0.117	-0.123

*os valores de pH foram neutralizados para a realização dos testes, conforme estabelecido na NBR 12.713/93.

Durante a execução do primeiro método para redução do número de variáveis explicativas, método "Todas as regressões possíveis", o "software" MINITAB® 11 não indicou um modelo que conseguisse responder pela toxicidade. Todos os valores de R^2_{ajustado} foram inferiores a 3,0. Também pelo método "Stepwise" não foi possível encontrar um modelo de regressão satisfatório para o conjunto de dados. O modelo que apresentou o maior valor de coeficiente de predição não era capaz de responder a variabilidade da toxicidade aguda dos efluentes.

Estimativa de impacto ambiental

Aplicando as Equações 2 e 3 nos efluentes estudados, verificou-se que a maioria dos efluentes líquidos das empresas são passíveis de causarem impacto ambiental de efeito agudo ou crônico nos corpos d'água receptores, excluindo apenas o efluente TX6 dos meses de agosto e dezembro e o efluente TX8 dos meses de agosto a novembro, sendo esse último efluente tratado.

CONCLUSÕES

Os efluentes líquidos brutos das malharias caracterizam-se por apresentarem elevada coloração e valores de pH variando em torno de 11, devido a etapa de mercerização/alcalinização do processo industrial que utiliza hidróxido de sódio. Também a concentração de matéria orgânica desses efluentes brutos é elevada, sendo a fração não biodegradável (DQO) a mais significativa. Pelo uso intensivo de sais no processo produtivo, a condutividade elétrica nesses efluentes também apresentou-se expressiva, com valores médios variando de 5.171 a 10.625 μ S/cm. Considerando a média aparada dos resultados de toxicidade dos efluentes brutos das malharias, nota-se que os valores de UTa variaram de 11,84 a 37,39, sendo classificados como muito tóxicos, segundo a escala apresentada em INCE (1998).

Após tratamento biológico com lodo ativado em regime contínuo, houve uma redução significativa nos valores da DBO₅ (94,9% – malharias e 96,2% – tecidos planos), DQO (78,3% – malharias e 83,8% – tecidos planos) e da toxicidade aguda dos efluentes líquidos (94% – malharias e 98% – tecidos planos). Entretanto, o estudo de impacto ambiental indicou que a maioria dos efluentes estudados, inclusive o tratado da malharia, ainda continuava passível de causar efeito tóxico agudo e crônico nos respectivos corpos d'água receptores.

A presente pesquisa evidenciou correlações expressivas entre alguns parâmetros físico-químicos normalmente utilizados para caracterização de efluentes têxteis, tais como DBO₅ e DQO ($r = 0,834$), condutividade elétrica e sólidos totais ($r = 0,844$) e DQO e NTK ($r = 0,746$). Entretanto, não foram constatadas correlações significativas entre a toxicidade aguda dos efluentes, utilizando o microcrustáceo *Daphnia similis*, e essas variáveis físico-químicas, sendo que os coeficientes de correlação situaram-se na faixa de 0,013 a 0,202.

Foram utilizadas variáveis físico-químicas para prever o comportamento da UTa, através da análise de regressão linear simples. Entretanto, as variáveis utilizadas não foram capazes de explicar a variabilidade da UTa, não sendo

encontradas probabilidades de significância (p-valor) maiores que 0,05. Dessa forma, não foi possível atribuir a toxicidade aos parâmetros físico-químicos individualmente, pois o efeito de interação das várias substâncias presentes nos efluentes pode produzir efeitos tóxicos aditivos, antagônicos e mesmo sinérgicos nos organismos aquáticos. Sendo assim, não há evidências científicas para se estabelecer o limite de lançamento de DQO baseado na toxicidade, já que pelo presente instrumento de pesquisa, nas condições em que foi desenvolvido, não foi constatada nenhuma correlação significativa.

A utilização dos parâmetros físico-químicos, como critério para definir o grau de toxicidade, não se mostrou possível, tornando-se necessário, para fins de caracterização desses efluentes e avaliação de impacto ambiental nos cursos de água receptores, a realização de testes de toxicidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas – Água: ensaio de toxicidade aguda com *Daphnia similis* claus, 1876 (Cladocera, Crustacea) – NBR 12.713. Rio de Janeiro, 1993.
2. BERTOLETTI, E. Toxicidade e concentração de agentes tóxicos em efluentes industriais, CETESB, São Paulo, Revista Ciência e Cultura, 42 (3/4): 271-277, março/abril, 1990.
3. CONSELHO DE POLÍTICA AMBIENTAL. Deliberação Normativa nº 1 de 22 de mar. 1990. Estabelece os critérios e valores para indenização dos custos de análise de pedidos de licenciamento ambiental, e da outras providências, abr, 1990.
4. INCE, N.H., ERDOGDU, G. Toxicity screening, assessment, and reduction in industrial wastewater treatment plant. Water environmental research, vol 70, n. 5-7, p. 1170-1177, sep/oct, 1998.
5. GHERARDI-GOLDSTEIN, E. et al, Procedimentos para utilização de testes de toxicidade no controle de efluentes líquidos, CETESB, São Paulo, 1990.
6. LEÃO, M.M.D. et al, Projeto Ecotex – Desenvolvimento tecnológico para controle ambiental na indústria têxtil/malhas: Relatório final, Projeto Minas Ambiente, Belo Horizonte, 1999.
7. APHA, AWWA, WEF. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 19 ed. Baltimore:, 1995.
8. U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). Best management practices for pollution prevention in the textile industry, EPA 625/R96/004, September 1996.