

## REJEIÇÃO DE ÁGUAS RESIDUAIS INDUSTRIAIS NA BACIA DO AVE: SITUAÇÃO DE REFERÊNCIA E ANÁLISE PROSPECTIVA

Regina B. NOGUEIRA<sup>(1)</sup>; Susana L. SÁ<sup>(2)</sup>; Artur COSTA<sup>(3)</sup>; J. Pedro FERNANDES<sup>(4)</sup>;  
António G. BRITO<sup>(5)</sup>

### RESUMO

Com o presente estudo pretendeu estimar-se a produção de águas residuais industriais e respectivas cargas poluentes, por sector de actividade, das indústrias presentes na Bacia Hidrográfica do rio Ave (dominadas pela CAE 17) e estabelecer cenários de evolução da produção de águas residuais industriais nessa região.

A **metodologia** adoptada para a definição de cenários de evolução ambiental foi baseada no cálculo de **Factores de Emissão (FE)**, conjugando os efluentes industriais facturados pelo SIDVA com factores socioeconómicos e produtivos.

Em termos sumários, relativamente à rejeição de efluentes industriais no quadro da caracterização da *situação de referência e análise prospectiva*, concluiu-se o seguinte:

- i. **FE carga orgânica<sub>CDO</sub>**: para o Cenário A (Cenário de Referência) e Cenário C (Cenário Mais Desfavorável) deverão ser mantidos os FE do Ano Zero. O Cenário B (Cenário Mais Favorável) deverá ser alimentado pela aplicação de uma redução de 30% ao valor dos FE no Ano Zero (horizonte máximo de aplicação de 15 anos).
- ii. **FE caudal**: Os valores os FE do Ano Zero deverão ser mantidos para o Cenário A (Cenário de Referência) e Cenário C (Cenário Mais Desfavorável). Para o Cenário B (Cenário Mais Favorável) deverá ser aplicada uma redução de 20% aos FE do Ano Zero (horizonte máximo de aplicação de 15 anos).

O presente estudo perspectiva o uso dos factores de emissão como estratégia válida para as entidades gestoras, nomeadamente no que se refere ao planeamento de investimentos e à monitorização e validação de descargas.

**Palavras-chave:** Águas Residuais, Factores de Emissão, Cenários Prospectivos, Indústria Têxtil.

---

(1) Professora Auxiliar do Departamento de Engenharia Biológica da Universidade do Minho, Braga, Portugal.

(2) Investigadora do Departamento de Engenharia Biológica da Universidade do Minho, Braga, Portugal.

(3) Membro do corpo técnico da *Quaternaire Portugal, S.A.*, Porto, Portugal.

(4) Administrador da *Quaternaire Portugal, S.A.*, Porto, Portugal.

(5) Professor Auxiliar do Departamento de Engenharia Biológica da Universidade do Minho, Braga, Portugal.

## 1 - INTRODUÇÃO E OBJECTIVOS

O *Sistema Integrado de Despoluição do Vale do Ave* (SIDVA) foi uma iniciativa pioneira em Portugal lançada ainda na década de 80 e cuja missão reside na drenagem e tratamento das águas residuais industriais e domésticas na Bacia Hidrográfica do Vale do Ave. Actualmente, é composto por três sub-sistemas de drenagem e tratamento, Serzedelo-Gondar (Guimarães), Rabada (Sto Tirso) e Agra (Vila Nova de Famalicão) e, de acordo com os dados fornecidos pela entidade gestora, a empresa *Águas do Ave S.A.*, processou, em 2002, um caudal de águas residuais de, aproximadamente, 18 hm<sup>3</sup>. Na Figura 1 pode ser observada a comparação dos caudais de águas residuais urbanas e de águas residuais industriais facturados pelo SIDVA.

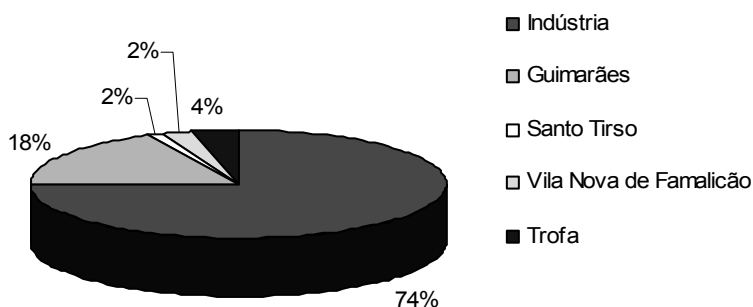


Figura 1 – Contribuição da Indústria e das Redes de Saneamento para o caudal total de águas residuais facturado pelo SIDVA, em 2002.

A Figura 1 demonstra, claramente, a predominância das águas residuais industriais relativamente às águas residuais urbanas, no caudal total facturado pelo SIDVA. Assim, no quadro dos estudos de viabilidade económico-financeira da ampliação do SIDVA a áreas ainda não abrangidas, entendeu a entidade gestora efectuar um trabalho exploratório para avaliar e quantificar a procura da componente industrial a longo prazo. Nesse sentido, os objectivos específicos do presente trabalho foram os seguintes:

- Estimar a produção de águas residuais industriais e respectivas cargas poluentes, por sector de actividade, das indústrias presentes na Bacia Hidrográfica do rio Ave;
- Estabelecer cenários de evolução da produção de águas residuais industriais nessa região.

## 2 - METODOLOGIA

A metodologia adoptada para a definição de cenários de evolução ambiental foi baseada no cálculo de **Factores de Emissão (FE)**. No presente trabalho, considerou-se o número de trabalhadores e o volume de negócios como factores socioeconómicos e, para o cálculo dos FE por factor produtivo, foram apenas consideradas as matérias primas e os produtos com maior representatividade no universo das empresas analisadas. De forma mais global, optou-se por indicar também os FE relativos à produção total (*Total Prod.*) e ao consumo total de

matérias primas (*Total MP*), sendo que nestes últimos não foram contabilizadas as matérias primas não incorporadas no produto final (e.g.: caixas de madeira, sacos de plástico). Os produtos e matérias primas foram codificados de acordo com uma agregação do Código de Produção Comunitária (PRODCOM) a seis dígitos. Importa notar que o uso de factores de emissão é tão mais robusto quanto maior for a dimensão e qualidade da amostra utilizada para a sua construção, razão pela qual é sempre desejável a obtenção de uma amostra significativa de empresas. Por outro lado, deve ser registado que os factores de emissão constituem, também, um instrumento de validação das emissões/descargas industriais “registadas”, podendo ser utilizados pelas entidades gestoras ou inspectivas como ferramentas de monitorização.

A Figura 2 representa a distribuição, por sector de actividade (neste caso, por Classificação Portuguesa de Actividades Económicas [CAE] a dois dígitos), das empresas ligadas ao SIDVA e dos respectivos caudais totais anuais em 2002.

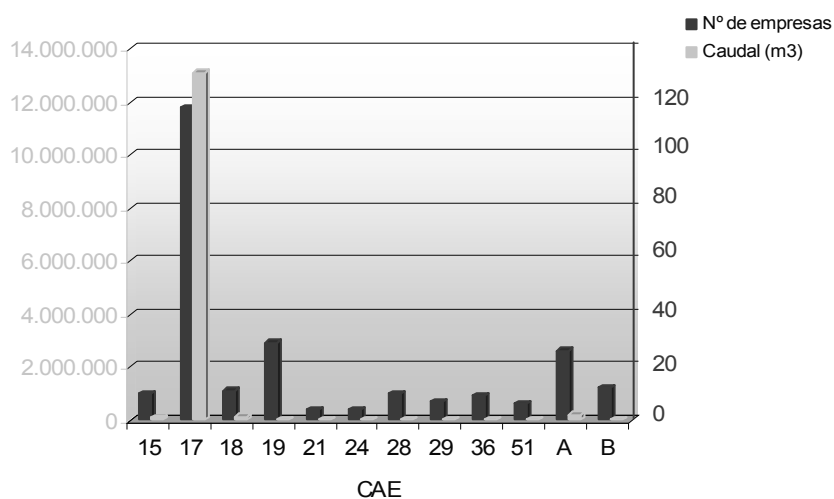


Figura 2 – Empresas ligadas ao SIDVA e respectivos caudais totais anuais, por CAE a dois dígitos, em 2002.

Nota: A – CAE com três ou menos empresas ligadas ao SIDVA; B – CAE não identificada.

Como se pode observar na Figura 2, a CAE 17 (Fabricação de Têxteis) apresenta uma elevada predominância em relação às restantes, tanto ao nível do número de empresas ligadas, como do caudal anual de águas residuais gerado. Esta constatação apoiou a opção de se atribuir um maior relevo ao sector da Fabricação de Têxteis (CAE 17), abordado em conjunto com a Indústria do Vestuário (CAE 18), dada a complementaridade entre estes dois sectores de actividade. De facto, verifica-se que, muitas vezes, os processos produtivos da CAE 18 representam também uma etapa do processo produtivo das empresas registadas na CAE 17 (e *vice-versa*), pelo que se revelou necessário a análise destes dois sectores de actividade.

Os *FE* calculados para a carga orgânica e caudal, bem como as potenciais percentagens de redução aplicáveis (resultantes da pesquisa sobre as melhores tecnologias aplicáveis às Industrias Têxteis e de Vestuário - ITV e da análise efectuada aos registos históricos do SIDVA), constituíram os dados de entrada para a construção dos vários cenários. Numa primeira fase, procedeu-se à recolha dos

dados de entrada necessários ao cálculo dos referidos factores. Os dados referentes aos caudais facturados pelo SIDVA e à caracterização físico-química dos efluentes foram fornecidos pela *Águas do Ave, S.A.*. Os dados socioeconómicos e produtivos relativos às empresas analisadas foram obtidos através de trabalho de campo desenvolvido por contacto directo com as mesmas e através de pesquisa bibliográfica – AEP (2003), FÓRUM EMPRESARIAL (2003), DGRN/MJ (2003), PORTUGAL TÊXTIL (2003) e EXPRESSO (2002).

Optou-se por considerar determinante como base de cálculo as empresas que, segundo informações cedidas pela *Águas do Ave, S.A.*, representavam mais do que 75% do caudal facturado em cada uma das frentes de drenagem. Assim, a estrutura empresarial em análise foi constituída por 35 empresas (34 registadas na CAE 17 e uma na CAE 18).

Numa segunda fase tentou gerar-se elementos que pudessem alimentar os cenários prospectivos para o conjunto da bacia hidrográfica do Ave, nomeadamente no que diz respeito ao potencial de prevenção de emissão de efluentes líquidos e respectiva carga poluente. Para atingir tal objectivo, entendeu começar-se por estudar os processos de fabrico de cada um dos principais subsectores da ITV presentes no Vale do Ave (fabricação de algodão, fabricação de fibras sintéticas e artificiais e confecção de vestuário), de forma a identificar as operações ou processos que maior contributo tinham para a produção de efluentes líquidos. Após essa identificação, decidiu proceder-se à pesquisa de novas tecnologias aplicáveis e/ou alterações de processos e operações que permitam minimizar a quantidade e a carga dos efluentes rejeitados pelas ITV. Estes valores, compilados e discriminados por operação/tipo de efluente, podem constituir dados de entrada para os vários cenários de evolução a gerar (através da aplicação dos mesmos aos *FE* calculados para o Ano Zero), fornecendo a perspectiva do potencial de redução de quantidades e cargas dos efluentes gerados na ITV.

### 3 - RESULTADOS

#### 3.1 - Factores de Emissão

Os factores de emissão finais (*FE*) para o Ano Zero (ano 2002), por CAE a 2 dígitos, foram desenvolvidos com base na média simples dos factores de emissão parciais (*fe*) referentes a cada uma das empresas analisadas. Relativamente aos **caudais**, o *fe* foi calculado através do quociente entre o valor do caudal anual de águas residuais rejeitado pela empresa e o factor socioeconómico ou produtivo da mesma empresa. No que diz respeito à **carga orgânica** – ligada às características físico-químicas dos efluentes gerados, nomeadamente Carência Química de Oxigénio (CQO), Carência Bioquímica de Oxigénio (CBO<sub>5</sub>) e Sólidos Suspensos Totais (SST) – os *fe* foram obtidos através do quociente entre o produto do caudal anual pela concentração de CQO, CBO<sub>5</sub> ou SST da empresa e o factor socioeconómico ou produtivo da mesma empresa.

De forma a identificar os dados relativos às características físico-químicas (pH, CQO, CBO<sub>5</sub>, SST e Condutividade) dos efluentes das empresas referidas, estes encontram-se sumariados no Quadro 1, através dos valores máximos e mínimos para cada parâmetro.

Quadro 1 – Intervalos (aproximados) de variação dos parâmetros físico-químicos referentes aos efluentes das empresas analisadas no presente estudo.

	pH	CQO (mg·l <sup>-1</sup> )	CBO <sub>5</sub> (mg·l <sup>-1</sup> )	SST (mg·l <sup>-1</sup> )	Condutividade (mS·cm <sup>-1</sup> )
CAE 17	7 - 12	400 - 1100	35 - 660	27 - 700	0,24 - 7,74
CAE 18	11	460	200	57	

Fonte: Águas do Ave, S.A.

De forma a procurar validar os resultados obtidos, o Quadro 2 apresenta valores relativos aos parâmetros físico-químicos de efluentes têxteis referidos em diversas fontes bibliográficas. É de salientar que os dados compilados se referem, essencialmente, aos vários tipos de produção com algodão, fibras sintéticas e fibras artificiais, uma vez que estes são os sectores produtivos predominantes nas empresas do Vale do Ave.

Quadro 2 – Intervalos de variação dos parâmetros físico-químicos referentes a efluentes têxteis típicos.

Tipo de Produção	pH	CQO (mg·l <sup>-1</sup> )	CBO <sub>5</sub> (mg·l <sup>-1</sup> )	SST (mg·l <sup>-1</sup> )	Condutividade (mS·cm <sup>-1</sup> )	Fonte
	6 - 13	150 - 1500		50 - 500		GONÇALVES <i>et al</i> (1998)
	9 - 10	460 - 1500		91 - 250		
	10,1 - 13,4	450 - 840		12 - 40		
		1200		460		
	6 - 11	280 - 5000		45 - 300		
	7,4	1050		66		
	10 - 11	330		43		
	4 - 12	250 - 1500	80 - 500	30 - 400		RODRIGUES (1999)
Algodão	8 - 12	200 - 1000	100 - 500			RATO (1992)
Algodão / fibras sintéticas	6 - 9	100 - 1000	50 - 500			
Fibras sintéticas	4 - 8	100 - 1000	50 - 250			
<sup>1</sup> Acabamentos (algodão, poliéster, fibras acrílicas, viscose)		1300 - 1945	370 - 850		14,9	EUROPEAN COMMISSION (2002)
<sup>2</sup> Acabamento de fio (algodão)	9,8	365 - 805	160 - 260		6,2 - 7	
<sup>3</sup> Acabamento de fio (poliéster)	7,5 - 8,6	655 - 2280	139 - 910		1,9 - 5	
<sup>4</sup> Acabamento de tecidos tricotados (algodão)		390 - 2281	112 - 788		2,26 - 11,1	
<sup>5</sup> Acabamento de tecidos tricotados (algodão com estampagem)		17 - 1196	105		0,7 - 3,3	
<sup>6</sup> Acabamento de tecidos tricotados (fibras sintéticas)	6 - 9,2	262 - 3590	88 - 855		0,9 - 4,1	
<sup>7</sup> Acabamento de tecidos (algodão e viscose)	7,2 - 12	334 - 4600	66 - 1350		0,2 - 4,5	
<sup>8</sup> Acabamento de tecidos (algodão e viscose com estampagem)	7,8 - 9,6	513 - 1701	169 - 652		1,3 - 2,8	
<sup>9</sup> Acabamento de tecidos (fibras sintéticas)	7 - 11	665 - 2500	165 - 373		0,6	

<sup>1</sup> valores máximos e mínimos determinados em duas unidades industriais;

<sup>2</sup> valores máximos e mínimos determinados em quatro unidades industriais;

<sup>3</sup> valores máximos e mínimos determinados em oito unidades industriais;

<sup>4</sup> valores máximos e mínimos determinados em 17 unidades industriais;

<sup>5</sup> valores máximos e mínimos determinados em 12 unidades industriais;

<sup>6</sup> valores máximos e mínimos determinados em 13 unidades industriais;

<sup>7</sup> valores máximos e mínimos determinados em 17 unidades industriais;

<sup>8</sup> valores máximos e mínimos determinados em 12 unidades industriais;

<sup>9</sup> valores máximos e mínimos determinados em seis unidades industriais.

Como se pode constatar pela observação conjunta dos Quadros 1 e 2, os valores experimentais cedidos pela *Águas do Ave, S.A.* enquadram-se nos valores típicos dos efluentes têxteis mencionados na literatura de referência. Apenas os SST apresentam um valor máximo bastante superior aos típicos mencionados, sendo importante referir que esta excedência apenas se verifica em duas das empresas analisadas no presente estudo. Na CAE 17 pormenorizou-se a análise de duas sub-CAE a três dígitos, dado o facto das empresas enquadradas por estes sectores de actividade serem caracterizadas por processos produtivos que envolvem consumos de água elevados, bem como geração de cargas poluentes significativas, uma vez que englobam as operações de tingimento, estampagem e preparação das fibras. As sub-CAE referidas são as seguintes:

- CAE 171 – Preparação e fiação de fibras têxteis;
- CAE 173 – Acabamento de têxteis.

Nos Quadros 3 e 4 apresentam-se, a título exemplificativo, os *FE* (Ano Zero) calculados para a CAE 17. Deve salientar-se que, tal como foi demonstrado anteriormente (ver Figura 2), a CAE 17 constitui o sector de actividade mais significativo, tanto em termos de caudal rejeitado como em número de empresas ligadas ao SIDVA. Para além disso, apresentam-se apenas os resultados obtidos para os factores Caudal e CQO, uma vez que serão estes os *FE* usados como entrada para os cenários prospectivos apresentados.

Quadro 3 – Factores de Emissão (Ano Zero), relativos ao caudal, referentes às empresas da CAE 17.

Caudal		CAE 17	
		Factor de Emissão	Unidade
<b>Trabalhadores</b>		<b>1177</b>	<b>m<sup>3</sup> · trab<sup>-1</sup> · ano<sup>-1</sup></b>
<b>Volume de Negócios</b>		<b>15</b>	<b>m<sup>3</sup> · 10<sup>-3</sup> · €<sup>-1</sup> · ano<sup>-1</sup></b>
<b>Matérias Primas (PRODCOM):</b>	<b>Total MP</b>	<b>5 · 10<sup>-1</sup></b>	<b>m<sup>3</sup> · kg<sup>-1</sup> · ano<sup>-1</sup></b>
	17.10.43	5 · 10 <sup>-1</sup>	m <sup>3</sup> · kg <sup>-1</sup> · ano <sup>-1</sup>
<b>Produtos (PRODCOM):</b>	<b>Total Prod.</b>	<b>1 · 10<sup>-1</sup></b>	<b>m<sup>3</sup> · kg<sup>-1</sup> · ano<sup>-1</sup></b>
	17.10.43	4	m <sup>3</sup> · kg <sup>-1</sup> · ano <sup>-1</sup>
	17.20.20	1 · 10 <sup>-1</sup>	m <sup>3</sup> · kg <sup>-1</sup> · ano <sup>-1</sup>
	17.20.32	1	m <sup>3</sup> · kg <sup>-1</sup> · ano <sup>-1</sup>
	17.20.40	2 · 10 <sup>-1</sup>	m <sup>3</sup> · kg <sup>-1</sup> · ano <sup>-1</sup>
	17.30.10	1	m <sup>3</sup> · kg <sup>-1</sup> · ano <sup>-1</sup>
	17.30.21	1	m <sup>3</sup> · kg <sup>-1</sup> · ano <sup>-1</sup>
	17.30.22	3 · 10 <sup>-1</sup>	m <sup>3</sup> · kg <sup>-1</sup> · ano <sup>-1</sup>
	17.30.30	1	m <sup>3</sup> · kg <sup>-1</sup> · ano <sup>-1</sup>
	17.30.40	2 · 10 <sup>-1</sup>	m <sup>3</sup> · kg <sup>-1</sup> · ano <sup>-1</sup>
	17.40.12	4 · 10 <sup>-1</sup>	m <sup>3</sup> · kg <sup>-1</sup> · ano <sup>-1</sup>
	17.40.14	1 · 10 <sup>-1</sup>	m <sup>3</sup> · kg <sup>-1</sup> · ano <sup>-1</sup>
	17.60.12	5 · 10 <sup>-1</sup>	m <sup>3</sup> · kg <sup>-1</sup> · ano <sup>-1</sup>

**Nota:** *Total MP* agrega os códigos PRODCOM, a seis dígitos, 17.10.20, 17.10.43, 17.10.45, 17.10.52, 17.20.10, 17.20.20, 17.20.31, 17.20.40 e 17.54.13;

*Total Prod.* agrega os códigos PRODCOM, a seis dígitos, 17.10.43, 17.10.45, 17.10.52, 17.10.53, 17.10.54, 17.10.55, 17.20.10, 17.20.20, 17.20.31, 17.20.32, 17.20.33, 17.20.40, 17.30.10, 17.30.21, 17.30.22, 17.30.30, 17.30.40, 17.40.12, 17.40.13, 17.40.14, 17.40.15, 17.60.12, 17.72.10, 18.22.12, 18.22.14, 18.23.11, 18.23.13, 18.23.30, 18.24.12 e 18.24.23.

Quadro 4 – Factores de Emissão (Ano Zero) de carga orgânica, expressa em CQO, referentes às empresas da CAE 17.

CQO (carga)		CAE 17	
		Factor de Emissão	Unidade
Trabalhadores		1063	kg· trab <sup>-1</sup> · ano <sup>-1</sup>
Volume de Negócios		13	kg· 10 <sup>-3</sup> · € <sup>-1</sup> · ano <sup>-1</sup>
Matérias Primas (PRODCOM):	Total MP	3· 10 <sup>-1</sup>	kg· kg <sup>-1</sup> · ano <sup>-1</sup>
	17.10.43	4· 10 <sup>-1</sup>	kg· kg <sup>-1</sup> · ano <sup>-1</sup>
Produtos (PRODCOM):	Total Prod.	1· 10 <sup>-1</sup>	kg· kg <sup>-1</sup> · ano <sup>-1</sup>
	17.10.43	2· 10 <sup>-1</sup>	kg· kg <sup>-1</sup> · ano <sup>-1</sup>
	17.20.20	1· 10 <sup>-1</sup>	kg· kg <sup>-1</sup> · ano <sup>-1</sup>
	17.20.32	1	kg· kg <sup>-1</sup> · ano <sup>-1</sup>
	17.20.40	1· 10 <sup>-1</sup>	kg· kg <sup>-1</sup> · ano <sup>-1</sup>
	17.30.10	1	kg· kg <sup>-1</sup> · ano <sup>-1</sup>
	17.30.21	4· 10 <sup>-1</sup>	kg· kg <sup>-1</sup> · ano <sup>-1</sup>
	17.30.22	4· 10 <sup>-1</sup>	kg· kg <sup>-1</sup> · ano <sup>-1</sup>
	17.30.30	4· 10 <sup>-1</sup>	kg· kg <sup>-1</sup> · ano <sup>-1</sup>
	17.30.40	1· 10 <sup>-1</sup>	kg· kg <sup>-1</sup> · ano <sup>-1</sup>
	17.40.12	3· 10 <sup>-1</sup>	kg· kg <sup>-1</sup> · ano <sup>-1</sup>
	17.40.14	1· 10 <sup>-1</sup>	kg· kg <sup>-1</sup> · ano <sup>-1</sup>
	17.60.12	5· 10 <sup>-1</sup>	kg· kg <sup>-1</sup> · ano <sup>-1</sup>

Nota: **Total MP** agrega os códigos PRODCOM, a seis dígitos, 17.10.20, 17.10.43, 17.10.45, 17.10.52, 17.20.10, 17.20.20, 17.20.31, 17.20.40 e 17.54.13;

**Total Prod.** agrega os códigos PRODCOM, a seis dígitos, 17.10.43, 17.10.45, 17.10.52, 17.10.53, 17.10.54, 17.10.55, 17.20.10, 17.20.20, 17.20.31, 17.20.32, 17.20.33, 17.20.40, 17.30.10, 17.30.21, 17.30.22, 17.30.30, 17.30.40, 17.40.12, 17.40.13, 17.40.14, 17.40.15, 17.60.12, 17.72.10, 18.22.12, 18.22.14, 18.23.11, 18.23.13, 18.23.30, 18.24.12 e 18.24.23.

### 3.2 - Análise Prospectiva – Cenarização

Os principais subsectores da ITV presentes no Vale do Ave são, em termos de responsabilidade maior pela produção de águas residuais, as tinturarias e estamparias. No entanto, no subsector de tecelagem, mais concretamente no processo de encolagem, é também gerado efluente industrial, embora em menor quantidade, CITEVE (2001). Em termos de carga poluente, o tingimento é também um processo muito importante, assim como a estampagem e a descolagem, podendo esta última ser responsável por 50 a 70% do CQO total do efluente final, EUROPEAN COMMISSION (2002). A pesquisa de tecnologias e/ou alterações de processos que contribuam para a minimização da produção de efluentes e da respectiva carga poluente, permitiu determinar potenciais percentagens de redução, reciclagem, recuperação e redução de água, valor de CQO e CBO<sub>5</sub>, encolantes, e químicos. O Quadro 5 apresenta um resumo da pesquisa efectuada no que diz respeito ao potencial de melhoria ambiental dos efluentes finais da ITV.

Quadro 5 – Tecnologias e/ou alterações de processo e respectiva redução, reciclagem, reutilização ou recuperação de recursos referentes ao efluente final das ITV.

Etapa / tipo de efluente	Tecnologia / alteração	Redução (%)	Reciclagem / Reutilização / Recuperação (%)	Fonte
Efluentes adequados ao tratamento com membranas	Ultrafiltração→ Nanofiltração→ Osmose Inversa	Consumo de água	60	EUROPEAN COMMISSION (2002)
		CQO	50	
Tingimento Enxaguamento	Carvão activado→ Nanofiltração→ Osmose Inversa	Consumo de água	60	
		CQO	50	

Pré-tratamento (Produção de lençóis de algodão, brancos, não tingidos)	Wetting + lavagem + branqueamento numa etapa, enxaguamento em duas etapas, reutilizando a água do segundo banho de enxaguamento para o branqueamento / banho de lavagem	Consumo de água/ descarga de efluente	50		
		CQO	20		
Todos os tipos de efluentes têxteis	Equalização e neutralização→ lamas activadas→ adsorção→ floculação/ precipitação/ flotação→ (2/3) carvão activado→ osmose inversa	Descarga de Efluente	60	Reciclagem do efluente tratado	60
				Permeado	100
				Recuperação e reutilização de sal neutro	50
Desencolagem	Ultrafiltração (recuperação de PVA)	CQO	18,33		CITEVE (2001)
Enxaguamento	Enxaguamento sequencial	Consumo de água	60		INETI/INR (2001)
Todo o processo de fabrico	AQUASAPIENS com controlo distribuído	Consumo de água	20		SANFINS <i>et al</i> (2002)

O Quadro 6 apresenta potenciais de melhoria da performance ambiental aplicáveis aos efluentes específicos das etapas dos processos de fabrico das ITV, EUROPEAN COMMISSION (2002).

Quadro 6 – Tecnologias e/ou alterações de processo e respectiva redução, reciclagem, reutilização ou recuperação de recursos referentes aos efluentes específicos das etapas dos processos de fabrico das ITV.

Etapa / tipo de efluente	Tecnologia / alteração	Redução (%)		Reciclagem / Reutilização / Recuperação (%)		
Efluente com "pastas de pigmentos"	Coagulação→ precipitação→ microfiltração	CQO	90	Reciclagem de água	> 90	
				Reutilização do permeado	≈ 100	
Desencolagem	Ultrafiltração (recuperação de PVA, poliácridatos, carboxilmetil de celulose)	CQO	40 - 70	Recuperação de encolante	80 - 85	
Polimento, Branqueamento	Polimento/branqueamento enzimático	Consumo de água no enxaguamento	20			
		CBO	20			
		CQO	20			
	Polimento/branqueamento enzimático+ branqueamento com redução da concentração de H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> e produtos alcalinos	Consumo de água no enxaguamento	50			
		CBO	40			
		CQO	40			
Tingimento	Tingimento a jacto de ar	Consumo de água	50			
Tingimento	Tingimento <i>Soft-flow</i> sem contacto entre o banho e o produto	Consumo de água	50			
		Químicos	40			
Lavagem / Enxaguamento	Por batelada	Consumo de água	50 - 75			
Lavagem de tecidos com solventes orgânicos	Instalações em ciclo fechado	Descarga de efluente	100			
Limpeza do equipamento de	Reutilização de banhos mais limpos			Reutilização de água	50	



estampagem	Reutilização da água de enxaguamento para limpeza do cinto de impressão		Reciclagem de água	70
	Implementação de processos de controlo de limpeza de sistema de estampagem e remoção da pasta de estampagem	Consumo anual de água	55	

#### 4 - DISCUSSÃO

Através da análise dos Quadros 5 e 6 e dos dados apresentados anteriormente, foram definidas duas possíveis situações de evolução futura, a saber:

i) manutenção do cenário actual (ou seja, com uma ausência de investimento em medidas de melhoria da performance ambiental);

ii) implementação das melhores tecnologias disponíveis.

A primeira situação gera dados para alimentar um **Cenário A** e um **Cenário C** relativos ao Posicionamento Competitivo das ITV – Portugal / Ave. A segunda situação permite uma *perspectiva ambientalista* associada à minimização da produção de efluentes das ITV, fornecendo dados para o **Cenário B**. Neste sentido, entendeu-se considerar como FE de referência para os cenários a gerar, os calculados para a **carga orgânica**, expressa em termos de carga de CQO (agregando, num único indicador, o teor de matéria orgânica e o caudal). As seguintes linhas de orientação foram sugeridas para os três cenários:

1. **Cenário A** (Cenário de Referência): considerados como dados de entrada os FE calculados para a carga orgânica, expressa em CQO, referentes ao Ano Zero (Quadro 4);
2. **Cenário B** (Cenário Mais Favorável): aplicar uma percentagem de redução de 30% aos FE calculados para a carga orgânica, expressa em CQO, referentes ao Ano Zero (Quadro 4).
3. **Cenário C** (Cenário Mais Desfavorável): considerados como dados de entrada os FE calculados para a carga orgânica, expressa em CQO, referentes ao Ano Zero (Quadro 4).

Note-se que, relativamente ao Cenário B, a percentagem de redução é idêntica para os *FE* referentes aos quatro sectores de actividade estudados (CAE 17, 171, 173 e 18), uma vez que os efluentes passíveis de tratamento através das tecnologias analisadas provêm, maioritariamente, de etapas muitas vezes comuns aos processos produtivos das referidas CAE (nomeadamente enxaguamento, desengolagem e tingimento). Deve salientar-se, ainda, que a percentagem de redução apresentada se refere à introdução de alterações ao processo de fabrico que implicam um procedimento de implementação e um custo relativamente acessíveis (e.g.: redução da relação de banho, reutilização da água de banho mais limpa noutras etapas) e de tecnologias actualmente implementadas em algumas ITV no contexto nacional (e.g.: monitorização e controlo *on-line*, recuperação de encolante através de ultrafiltração).

A estrutura económico-financeira verificada nas empresas da Bacia do Ave leva a supor que a implementação deste tipo de medidas configura um cenário mais provável do que a adopção de tecnologias mais exigentes do ponto de vista processual e financeiro, como a combinação de processos membranares (ultrafiltração, nanofiltração, osmose inversa) ou adsorção (carvão activado). A implementação deste tipo de combinação tecnológica pode potenciar uma

percentagem de redução máxima na ordem dos 80% na rejeição de efluentes. Contudo, na prática, as especificidades dos processos produtivos e o quadro socioeconómico local não se afigura muito favorável a uma generalização desta possibilidade, sem prejuízo de problemas técnicos na concretização desse nível de eficiência, uma vez que a actividade das ITV pode gerar, com uma frequência superior ao inicialmente previsto, efluentes com características pouco adequadas ao tratamento com as referidas tecnologias.

Tendo em conta que as receitas financeiras da gestão do SIDVA relativas à CAE 17 se baseiam, actualmente, apenas no caudal de águas residuais produzido pelas diversas empresas ligadas ao mesmo, podem também utilizar-se como dados de entrada para o estabelecimento de cenários prospectivos os FE relativos ao caudal. Neste caso, é possível definir os seguintes cenários:

1. **Cenário A** (Cenário de Referência): deverão ser considerados como dados de entrada os FE calculados para o caudal referentes ao Ano Zero (Quadro 3);
2. **Cenário B** (Cenário Mais Favorável): dever-se-á aplicar uma percentagem de redução de 20% aos FE calculados para o caudal referentes ao Ano Zero (Quadro 3). Refira-se que esta percentagem foi equacionada tendo em conta as limitações de implementação já referidas na cenarização relativa aos FE calculados para a carga orgânica;
3. **Cenário C** (Cenário Mais Desfavorável): deverão ser considerados como dados de entrada os FE calculados para o caudal referentes ao Ano Zero (Quadro 3).

Em termos de evolução temporal admite-se que as percentagens de redução determinadas para o **Cenário B** verificar-se-ão num horizonte máximo de 15 anos, sendo que, após esse período, não se prevê a ocorrência de reduções adicionais significativas aos FE. De facto, a tendência para o investimento na implementação de novas tecnologias e de medidas de melhoria da performance ambiental deverá ser mais acentuada neste período, devido ao papel da eficiência ambiental como factor competitivo, período após o qual não será de prever que as unidades industriais alterem significativamente os seus processos produtivos e respectivos efluentes gerados. Não é menos verdade que um ano horizonte de 15 anos já se afigura relativamente adequado a muitos dos cenários de vida útil de (bons) equipamentos electromecânicos ou mesmo a componentes de investimento em construção civil. Uma indicação de eventuais alterações aos FE após essa data julga-se um exercício demasiado volátil.

## 5 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O presente trabalho demonstra que o uso de factores de emissão configura uma estratégia válida para efectuar estudos de prospectiva e, por isso, uma ferramenta de trabalho interessante para as entidades gestoras planearem investimentos a longo prazo. Assim, no caso das ITV do Vale do Ave, a sua utilização – em termos de carga orgânica e caudal – permitiu alimentar três cenários relativos ao posicionamento competitivo deste segmento industrial e efectuar o estudo prospectivo da procura do SIDVA e, portanto, a viabilidade de investimentos para o seu alargamento. Em paralelo, contribuiu também para dotar a entidade gestora do SIDVA com um primeiro instrumento de controlo e validação externa das descargas facturadas, a ser usado em conjunto com as informações produtivas e socioeconómicas. Finalmente, julga-se sempre necessário alertar que este tipo de

estudos tem uma robustez directamente ditada pela dimensão da amostra de base, pelo que se recomenda o reforço da base de trabalho, por forma a garantir uma maior fiabilidade e desagregação ao uso dos factores de emissão.

## **SIMBOLOGIA**

CAE – Classificação Portuguesa de Actividades Económicas;

CBO<sub>5</sub> – Carência Bioquímica de Oxigénio;

CQO – Carência Química de Oxigénio;

FE – Factor de Emissão;

ITV – Indústrias Têxteis e do Vestuário;

PRODCOM – Código de Produção Comunitária (“PRODUCTION COMMUNAUTAIRE”);

SIDVA – Sistema Integrado de Despoluição do Vale do Ave;

SST – Sólidos Suspensos Totais.

## **AGRADECIMENTOS**

Ana Dias (AEP), Eng<sup>o</sup> António Vieira (CITEVE), Doutor Daniel Miranda (Quaternaire Portugal, S.A.), Eng<sup>o</sup> Helder Rosendo (CITEVE), Eng<sup>a</sup> Norberta Coelho (Águas do Ave, S.A.), Eng<sup>o</sup> Rolando Faria (TRATAVE, S.A.) e Eng<sup>o</sup> Martins Soares, Administrador da Águas do Ave, S.A, que, com o seu incentivo pessoal, contribuiu decisivamente para a realização deste trabalho.

## BIBLIOGRAFIA

1. ASSOCIAÇÃO EMPRESARIAL DE PORTUGAL. *Top Nacional: CAE 17 e CAE 18*, URL: <http://www.aeportugal.com>, 04.Jan.2003.
2. FÓRUM EMPRESARIAL. *1000 Maiores e Melhores; 1250 Maiores PME; 250 Maiores Norte*, URL: <http://www.forum-empresarial.pt>, 04.Jan.2003.
3. DIRECÇÃO-GERAL DOS REGISTOS E DO NOTARIADO / MINISTÉRIO DA JUSTIÇA. *Registo Nacional de Pessoas Colectivas*, URL: <http://dgrn.mj.pt>, 04.Jan.2003.
4. PORTUGALTÊXTIL. *Base de Dados de Empresas da Indústria Têxtil e do Vestuário*, URL: <http://www.portugaltexil.pt>, 04.Jan.2003.
5. *1000 PME – Análise e Listagem das Maiores PME Portuguesas – Edição 2002*, suplemento do jornal *Expresso*, 14.Dez.2002.
6. GONÇALVES, C.; MACHADO, C.; ABREU, C.. *Tratamento de um Efluente Têxtil – Projecto de Engenharia do Ambiente*, Universidade do Minho, 1998.
7. RODRIGUES P.. *Arranque de uma ETARI Têxtil*, Relatório de Estágio da Licenciatura em Engenharia Biológica, Universidade do Minho, 1999.
8. RATO, M.. *Caracterização e Tratamento de Efluentes Têxteis. O Caso da Bacia do Ave*, Sem. *As Fábricas Têxteis Perante a Regulamentação de Tratamento de Efluentes*, V. N. Famalicão, 1992.
9. EUROPEAN COMMISSION. *Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) – Reference Document on Best Available Techniques for Textiles Industry, Draft – Agosto de 2002*.
10. CENTRO TECNOLÓGICO DAS INDÚSTRIAS TÊXTIL E DO VESTUÁRIO DE PORTUGAL. *Guia de Gestão Ambiental para as Indústrias Têxtil e do Vestuário – Água Industrial e Efluentes Líquidos*, Porto, 2000.
11. INSTITUTO NACIONAL DE ENGENHARIA E TECNOLOGIA INDUSTRIAL / INSTITUTO DOS RESÍDUOS. *PNAPRI – Plano Nacional de Prevenção de Resíduos Industriais*, Lisboa, 2001.
12. SANFINS, A.; GONÇALVES, R.; AMORIM, T.. *AQUASAPIENS – Um contributo para uma utilização mais eficiente da água*, 10º Encontro Nacional de Saneamento Básico – Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental – O Uso Sustentável da Água, Universidade do Minho, Braga, 16 a 19 de Setembro de 2002.