

ESTUDO DE TRATABILIDADE DA ÁGUA DO RIO CÁVADO

Carla SÁ FERNANDES⁽¹⁾; Chia-Yau CHENG⁽²⁾

RESUMO

A qualidade da água bruta do rio Cávado, na zona da futura captação da *Águas do Cávado, S.A.*, é considerada muito elevada e relativamente constante. Contudo, o processo de tratamento para esta água deve incluir, no mínimo, etapas de floculação, filtração e desinfecção, destinadas à redução de matéria orgânica dissolvida, turvação e microrganismos.

Resultados obtidos na estação piloto de tratamento de água que vem sendo explorada pela *Águas do Cávado, S.A.*, sita na margem esquerda do rio Cávado, em Areias de Vilar, Barcelos, com caudal de água tratada de 0,6 m³/h, mostram que a água bruta pode ser facilmente tratada utilizando sulfato de alumínio como floculante. Em termos gerais, a redução de matéria orgânica dissolvida após floculação e decantação atinge 50%, enquanto a remoção de turvação e sólidos em suspensão por filtração em leito de areia ou antracite e areia é da ordem de 100%. Nas condições normais, a dosagem óptima de floculante é apenas de 5 mg/l de sulfato de alumínio comercial, sem necessidade de ajuste do pH de floculação.

A presença ocasional de elevada concentração de azoto amoniacal na água bruta pode ser corrigida por cloração de que resulta a formação de cloro residual em cloraminas com concentrações sempre inferiores a 0,7 mg/l, sendo a dosagem de hipoclorito de 3 mg/l.

Prevê-se que, mesmo após pré-oxidação por cloração e desinfecção na ETA e no sistema de condução e armazenamento, não haverá formação significativa de compostos organoclorados na água tratada.

Palavras-chave: estação piloto, rio Cávado, floculação, filtração directa, UV₂₅₄, azoto amoniacal, pré-oxidação, cloração, sub-produtos de desinfecção.

⁽¹⁾ Engenheira Química (FEUP), Águas do Cávado, S.A., Portugal

⁽²⁾ Consultor, Águas do Cávado, S.A., Professor Auxiliar Convidado, FEUP, Portugal

1 - INTRODUÇÃO

A empresa *Águas do Cávado, S.A.* possui uma estação piloto de tratamento de água, em Areias de Vilar, Barcelos, a operar em contínuo desde Março de 1997, captando e tratando água do rio Cávado. Na Figura 1 apresenta-se o fluxograma do processo de tratamento implantado, enquanto as dimensões, os equipamentos e as condições operativas da instalação são apresentados em MAGALHÃES e CHENG (1998).

Como objectivos desta estação piloto destacam-se:

- avaliar a eficiência de purificação do processo de tratamento instalado;
- confirmar a adequação do processo na resposta a alterações de qualidade da água;
- estudar processos de tratamento e reagentes químicos alternativos;
- otimizar a localização no processo das etapas de pré-oxidação e redução de amónia;
- investigação, experimentação e preparação de operadores.

Nesta comunicação são apresentados os resultados obtidos no primeiro estudo de tratabilidade da água do rio que envolveu comparações entre o processo de filtração convencional após decantação e o de filtração directa (sem decantação) e entre os filtros com meio filtrante de monocamada (areia siliciosa) e os de dupla camada (areia siliciosa e antracite).

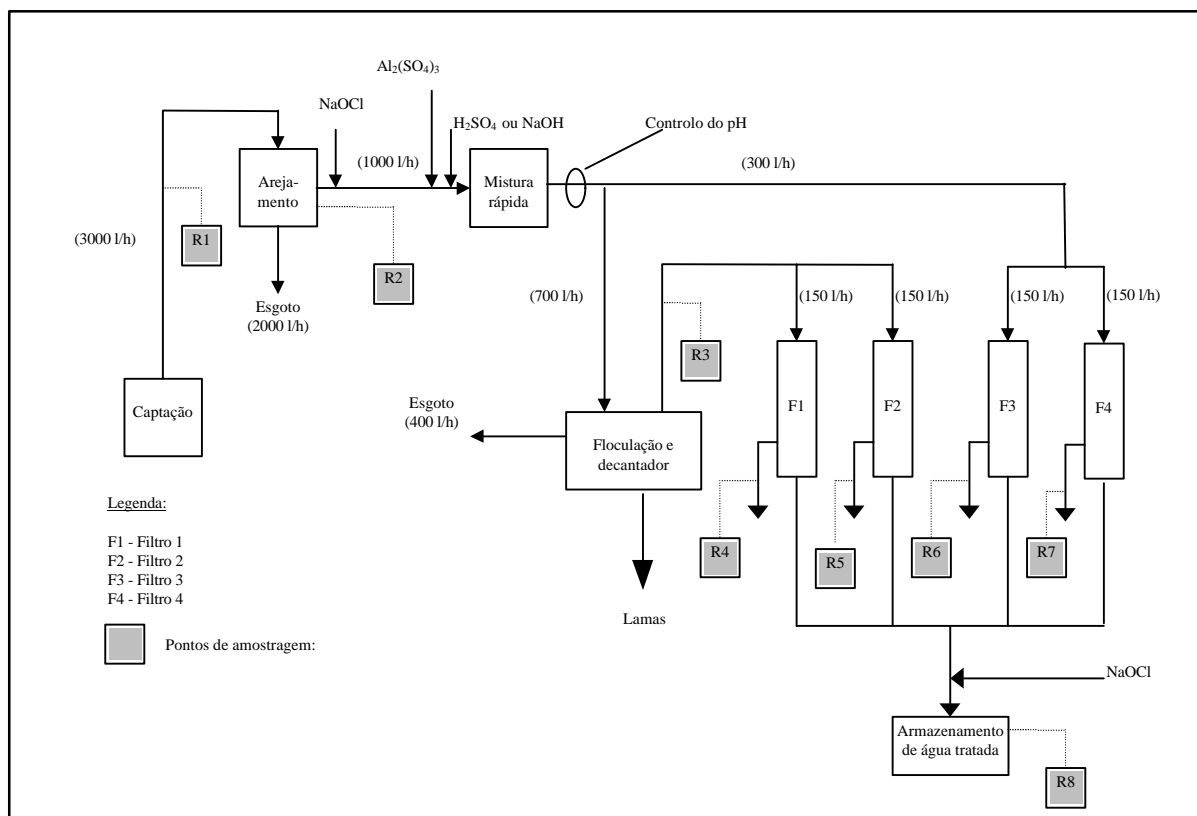


Figura 1 - Fluxograma da instalação da ETA piloto

2 - PROGRAMA DE TRABALHO

De modo a alcançar os objectivos estabelecidos, o trabalho na ETA piloto, relativo ao estudo de tratabilidade da água, foi dividido em 2 partes, nomeadamente, a caracterização da água bruta captada e os ensaios de tratamento em contínuo.

2.1 - Caracterização da água bruta

Durante o período entre 28/03/97 e 21/09/97, um total de 124 amostras de água bruta foram recolhidas no ponto de amostragem R1 correspondente à entrada da ETA piloto, com a frequência de amostragem de 5 vezes/semana. Na recolha da amostra, foram determinadas a temperatura (TEMP) e a concentração de oxigénio dissolvido (OD) utilizando um medidor de OD (Yellow Spring Instrument, model 52). Os outros parâmetros de análise foram determinados no laboratório, de acordo com os métodos descritos em AWWA, APHA e WEF (1995) e indicados no Decreto- Lei nº 74/90. Uma vez que todas as análises foram realizadas no dia de amostragem, as amostras não foram sujeitas a conservação. O equipamento laboratorial de análise é citado por PEIXOTO e CHENG (1998).

2.2 - Ensaio de tratamento em contínuo

Os ensaios de tratamento foram executados em 2 fases, de acordo com as sequências apresentadas nas Figuras 2-1 e 2-2, sendo na 1ª fase excluídas a pré-oxidação e a desinfecção por cloração com hipoclorito de sódio.

No Quadro 1 apresentam-se as condições de operação, em termos de dosagem de produtos químicos, das 2 fases de ensaios citadas. De acordo com os resultados de “jar-test” apresentados em PEIXOTO e CHENG (1998), todos os ensaios foram realizados com uma dosagem óptima de 5 mg/l de sulfato de alumínio (produto comercial).

Quadro 1

Condições de operação dos ensaios de tratamento da ETA piloto

Fase	Etapa	Ensaio	pH	Hipoclorito ¹	Hipoclorito ²	Horas de operação ³
1ª	A	4	-	-	-	216 (21/04 - 30/04)
1ª	B	4.1	6,8	-	-	189 (25/06 - 03/07)
1ª	B	4.2	5,5	-	-	244 (04/07 - 14/07)
1ª	B	4.3	5,1	-	-	92 ((14/07 - 18/07)
2ª	A	5	6,2	2,5	-	164 (18/07 - 25/07)
2ª	A	5.1	6,2	3,0	-	103 (28/07 - 01/08)
2ª	A	5.2	6,2	1,0	-	79 (11/08 - 14/08)
2ª	B	6	6,2	2,5	3,0	175 (25/08 - 01/09)
2ª	B	6.1	6,2	2,5	1,5	179 (03/09 - 11/09)

¹ Dosagem (mg/l) para pré-oxidação; ² Dosagem (mg/l) para desinfecção final

³ () datas de início e fim de ensaio em 1997

As condições hidráulicas de operação da ETA piloto, em termos de caudal, tempo de retenção, remoção de lamas e lavagem dos filtros são apresentadas em MAGALHÃES e CHENG (1998).

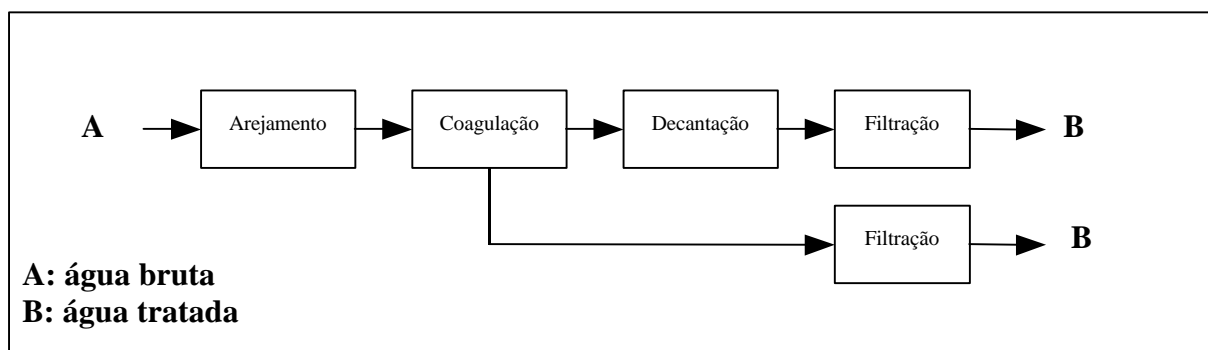


Figura 2-1 - Sequência de tratamento dos ensaios da 1ª fase

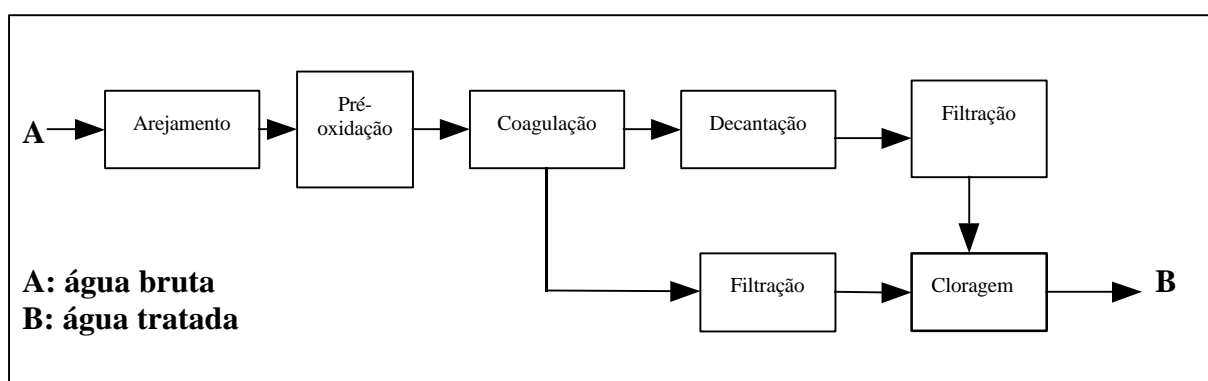


Figura 2-2 - Sequência de tratamento dos ensaios da 2ª fase

3 - RESULTADOS

3.1 - Características da água bruta

A água do rio Cávado é uma água de bastante boa qualidade, caracterizada por valores baixos de turvação (TURV), sólidos suspensos totais (SST), condutividade (COND), matéria orgânica dissolvida (em termos de absorção no UV a 254 nm, UV254), alcalinidade (ALC), dureza (DUZ) e nitratos (NO₃). É uma água sensivelmente neutra, com valores de pH cerca de 6,7 - 6,8, e fortemente arejada. Quanto aos teores de azoto amoniacal (NH₄) verificados, pode considerar-se que não é uma água problemática, em relação a este parâmetro, podendo, no entanto, esporádica e pontualmente, surgirem valores elevados que devem ser levados em consideração.

No Quadro 2 apresentam-se, em resumo, as características gerais da água bruta. Devido à boa qualidade da água bruta e aos objectivos pré-determinados, o laboratório da ETA piloto não está preparado para realização de análises de metais pesados e substâncias perigosas ou tóxicas. Contudo, periodicamente amostras da água bruta são analisadas em laboratórios externos, seguida a exigência do Decreto-Lei nº 74/90.

Quadro 2
Características gerais das águas brutas (1997)*

Parâmetro	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro
TEMP (°C)	17,0 (15,5 - 19,2)	16,7 (14,9 - 18,0)	17,7 (16,5 - 19,2)	19,8 (17,7 - 23,0)	20,2 (18,0 - 21,7)	20,4 (19,2 - 22,8)
OD (mg O ₂ /l)	9,90 (8,8 - 11,3)	9,36 (7,5 - 10,1)	9,38 (8,8 - 10,0)	9,10 (8,0 - 10,2)	8,54 (7,9 - 9,2)	8,25 (7,6 - 9,0)
pH (escala Sorensen)	6,71 (6,53 - 6,90)	6,81 (6,72 - 6,89)	6,72 (6,44 - 6,88)	6,75 (6,53 - 6,92)	6,75 (6,52 - 6,99)	6,84 (6,67 - 7,00)
COND (µS/cm)	55 (41 - 109)	48 (28 - 66)	33 (29 - 43)	27 (25 - 65)	25 (22 - 41)	30 (24 - 44)
TURV (NTU)	3,24 (0,5 - 7,2)	11,98 (5,6 - 48)	7,79 (2,0 - 19)	4,45 (1,8 - 14,5)	3,23 (0,5 - 7,8)	2,55 (1,0 - 3,9)
UV254 (1/cm)	0,0300 (0,0113 - 0,0465)	0,0254 (0,0051 - 0,0650)	0,0231 (0,0028 - 0,0334)	0,0314 (0,0235 - 0,0421)	0,0311 (0,0241 - 0,0452)	0,0345 (0,0257 - 0,0403)
ALC (mg CaCO ₃ /l)	7,25 (3,8 - 8,5)	5,89 (3,7 - 7,3)	4,46 (3,1 - 5,7)	4,69 (3,6 - 6,4)	4,43 (3,2 - 5,6)	4,88 (2,9 - 6,7)
DUZ (mg CaCO ₃ /l)	9,60 (7,6 - 12,1)	9,09 (4,6 - 14,6)	6,14 (4,0 - 9,3)	4,76 (3,8 - 6,5)	5,12 (3,2 - 9,1)	5,37 (3,7 - 10,6)
AL (µg Al/l)	< 7 (<6 - 10)	< 10 (<6 - 30)	< 13 (<6 - 34)	< 6 (<6 - <6)	< 8 (<6 - 21)	< 6 (<6 - 8)
NO3 (mg NO ₃ /l)	0,84 (0,69 - 1,19)	0,75 (0,51- 0,96)	0,57 (0,45 - 0,80)	–	0,37 (0,25 - 0,47)	0,48 (0,28 - 0,69)
SST (mg/l)	3,15 (0,7 - 8,7)	4,46 (2,2 - 6,4)	8,49 (2,6 - 40)	5,10 (1,4 - 13)	4,80 (0,6 - 17)	–
NH4 (mg NH ₄ /l)	–	0,38 (0,22 - 0,98)	0,20 (0,14 - 0,40)	0,24 (0,16 - 0,45)	0,16 (0,08 - 0,37)	0,30 (0,10 - 1,34)
BORO (mg B/l)	–	–	–	–	–	< 1 (<1 - <1)
COR (mg Pt-Co/l)	–	–	–	–	–	5,5 (1,4 - 14)

* Valores entre parentes são os mínimo e máximo.

3.2 - Resultados dos ensaios

Embora todos os parâmetros indicados no Quadro 2 tenham sido analisados para a água tratada durante os períodos de ensaio, apenas os considerados relevantes à avaliação da eficácia de tratamento são apresentados nos Quadros 3 a 11, em termos de valores médios.

Relativamente à qualidade bacteriológica da água tratada nos ensaios 6 e 6.1, nunca foram detectados coliformes ou estreptococos, enquanto os números de germes totais são substancialmente inferiores aos limites legais.

Quadro 3

Resultados do ensaio nº 4

Parâmetro	R1*	R3	R4	R5	R6	R7	Lab**
pH (escala Sorensen)	6,67	6,38	6,53	6,51	6,53	6,51	6,60
COND ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	56	56	63	57	55	56	59
TURV (NTU)	4,19	1,08	0,00	0,11	0,00	0,10	0,00
UV254 (1/cm)	0,0287	0,0088	0,0089	0,0079	0,0081	0,0078	0,0131
AL (mg Al/l)	< 0,007	< 0,008	0,019	< 0,011	0,014	< 0,013	< 0,020
NH4 (mg NH ₄ /l)	0,35	0,35	0,32	0,34	0,32	0,33	0,42
NO3 (mg NO ₃ /l)	0,84	0,86	0,70	0,76	0,68	0,77	0,71

* Ponto de amostragem indicado na Figura 1.

** A água do interior do laboratório resulta de uma mistura das águas provenientes dos quatro filtros.

Quadro 4 Resultados do ensaio nº 4.1

Parâmetro	R1*	R3	R4	R5	R6	R7	Lab**
pH (escala Sorensen)	6,70	6,66	6,84	6,82	6,95	6,96	6,94
COND ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	31	36	37	37	37	37	39
TURV (NTU)	3,26	0,82	0,32	0,20	0,00	0,00	0,00
UV254 (1/cm)	0,0269	0,0129	0,0150	0,0148	0,0135	0,0128	0,0123
AL (mg Al/l)	< 0,006	< 0,008	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006
NH4 (mg NH ₄ /l)	0,20	0,21	0,19	0,17	0,16	0,17	0,17
NO3 (mg NO ₃ /l)	0,58	-	-	-	-	-	0,52

* Ponto de amostragem indicado na Figura 1.

** A água do interior do laboratório resulta de uma mistura das águas provenientes dos quatro filtros.

Quadro 5 Resultados do ensaio nº 4.2

Parâmetro	R1*	R3	R4	R5	R6	R7	Lab**
pH (escala Sorensen)	6,75	6,13	6,11	6,02	5,95	5,84	6,56
COND ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	28	31	31	32	32	31	34
TURV (NTU)	4,14	0,96	0,42	0,29	0,05	0,08	0,00
UV254 (1/cm)	0,0286	0,0106	0,0113	0,0103	0,0100	0,0100	0,0141
AL (mg Al/l)	< 0,006	< 0,024	< 0,006	< 0,008	< 0,012	< 0,007	< 0,009
NH4 (mg NH ₄ /l)	0,21	0,23	0,20	0,19	0,17	0,18	0,20
NO3 (mg NO ₃ /l)	-	-	-	-	-	-	0,37

* Ponto de amostragem indicado na Figura 1.

** A água do interior do laboratório resulta de uma mistura das águas provenientes dos quatro filtros.

Quadro 6 Resultados do ensaio nº 4.3

Parâmetro	R1*	R3	R4	R5	R6	R7	Lab**
pH (escala Sorensen)	6,80	5,39	5,56	5,52	5,18	5,49	6,38
COND ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	30	35	36	37	40	39	38
TURV (NTU)	6,08	0,64	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
UV254 (1/cm)	0,0368	0,0162	0,0154	0,0143	0,0165	0,0164	0,0150
AL (mg Al/l)	< 0,006	0,151	<0,119	<0,121	0,172	0,135	0,006
NH4 (mg NH ₄ /l)	0,25	0,27	0,24	0,25	0,24	0,24	0,16
NO3 (mg NO ₃ /l)	-	-	-	-	-	-	0,42

* Ponto de amostragem indicado na Figura 1.

** A água do interior do laboratório resulta de uma mistura das águas provenientes dos quatro filtros.

Quadro 7
Resultados do ensaio n° 5

Parâmetro	R1*	R3	R4	R5	R6	R7	Lab**
pH (escala Sorensen)	6,76	6,54	6,61	6,57	6,61	6,58	6,78
COND ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	37	37	37	37	35	35	40
TURV (NTU)	3,65	0,86	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00
UV254 (1/cm)	0,0320	0,0180	0,0185	0,0165	0,0130	0,0128	0,0184
AL (mg Al/l)	< 0,006	<0,006	<0,008	<0,010	0,012	0,013	< 0,007
NH4 (mg NH ₄ /l)	0,25	0,24	0,21	0,21	0,16	0,19	0,20
NO3 (mg NO ₃ /l)	-	-	-	-	-	-	0,63
CRT (mg Cl ₂ /l) [†]	-	0,43	0,33	0,33	0,46	0,47	0,35
CRL (mg Cl ₂ /l) [†]	-	0,05	0,07	0,05	0,10	0,08	0,08

* Ponto de amostragem indicado na Figura 1.

** A água do interior do laboratório resulta de uma mistura das águas provenientes dos quatro filtros.

[†] CRT = cloro residual total, CRL = cloro residual livre

Quadro 8
Resultados do ensaio n° 5.1

Parâmetro	R1*	R3	R4	R5	R6	R7	Lab**
pH (escala Sorensen)	6,69	6,60	6,61	6,59	6,53	6,53	6,67
COND ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	32	38	40	39	36	36	38
TURV (NTU)	5,77	2,43	0,32	0,30	0,00	0,00	0,15
UV254 (1/cm)	0,0313	0,0199	0,0186	0,0173	0,0114	0,0115	0,0196
AL (mg Al/l)	< 0,008	<0,022	<0,006	<0,007	<0,008	<0,007	< 0,006
NH4 (mg NH ₄ /l)	0,25	0,22	0,21	0,19	0,17	0,18	0,17
NO3 (mg NO ₃ /l)	-	-	-	-	-	-	0,39
CRT (mg Cl ₂ /l) [†]	-	0,34	0,33	0,53	0,56	0,58	0,28
CRL (mg Cl ₂ /l) [†]	-	0,08	0,12	0,14	0,16	0,22	0,20

* Ponto de amostragem indicado na Figura 1.

** A água do interior do laboratório resulta de uma mistura das águas provenientes dos quatro filtros.

[†] CRT = cloro residual total, CRL = cloro residual livre

Quadro 9
Resultados do ensaio n° 5.2

Parâmetro	R1*	R3	R4	R5	R6	R7	Lab**
pH (escala Sorensen)	6,77	6,44	6,51	6,48	6,47	6,42	6,80
COND ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	23	25	26	26	25	25	31
TURV (NTU)	3,77	0,31	0,00	0,00	0,00	0,51	0,00
UV254 (1/cm)	0,0264	0,0115	0,0122	0,0107	0,0107	0,0126	0,0119
AL (mg Al/l)	< 0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,009	< 0,006
NH4 (mg NH ₄ /l)	0,12	0,11	0,10	0,09	0,08	0,08	0,07
NO3 (mg NO ₃ /l)	0,33	-	-	-	-	-	0,35
CRT (mg Cl ₂ /l) [†]	-	0,41	0,28	0,34	0,28	0,28	0,38
CRL (mg Cl ₂ /l) [†]	-	0,22	0,14	0,18	0,14	0,14	0,18

* Ponto de amostragem indicado na Figura 1.

** A água do interior do laboratório resulta de uma mistura das águas provenientes dos quatro filtros.

[†] CRT = cloro residual total, CRL = cloro residual livre

Quadro 10
Resultados do ensaio n° 6

Parâmetro	R1*	R3	R4	R5	R6	R7	R8**
pH (escala Sorensen)	6,72	6,56	6,46	6,45	6,46	6,46	6,65
COND ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	33	46	53	45	45	45	60
TURV (NTU)	3,05	1,58	0,01	0,04	0,05	0,16	0,00
UV254 (1/cm)	0,0333	0,0170	0,0159	0,0154	0,0140	0,0143	0,0127
AL (mg Al/l)	< 0,008	<0,014	0,010	<0,009	0,013	0,018	0,014
NH4 (mg NH ₄ /l)	0,22	0,17	0,17	0,18	0,16	0,17	0,06
NO3 (mg NO ₃ /l)	0,39	-	-	-	-	-	0,15
CRT (mg Cl ₂ /l) [†]	-	0,74	0,70	0,69	0,88	0,95	1,10
CRL (mg Cl ₂ /l) [†]	-	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,85

* Ponto de amostragem indicado na Figura 1.

** A água tratada resulta de uma mistura das águas provenientes dos quatro filtros.

[†] CRT = cloro residual total, CRL = cloro residual livre

Quadro 11
Resultados do ensaio n° 6.1

Parâmetro	R1*	R3	R4	R5	R6	R7	R8**
pH (escala Sorensen)	6,79	6,65	6,73	6,64	6,61	6,61	6,64
COND ($\mu\text{S/cm}$)	34	43	44	44	44	45	51
TURV (NTU)	2,99	1,74	0,46	0,00	0,06	0,18	0,02
UV254 (1/cm)	0,0341	0,0153	0,0143	0,0109	0,0123	0,0121	0,0120
AL (mg Al/l)	< 0,007	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,006	< 0,008
NH4 (mg NH ₄ /l)	0,38	0,12	0,13	0,10	0,10	0,09	0,06
NO3 (mg NO ₃ /l)	0,42	-	-	-	-	-	0,20
CRT (mg Cl ₂ /l) [†]	-	0,77	0,68	0,69	0,78	0,81	0,78
CRL (mg Cl ₂ /l) [†]	-	0,05	0,10	0,08	0,14	0,16	0,31
COR (mg Pt-Co/l)	8,7	2,6	-	-	-	-	0,9

* Ponto de amostragem indicado na Figura 1.

** A água tratada resulta de uma mistura das águas provenientes dos quatro filtros.

[†] CRT = cloro residual total, CRL = cloro residual livre

3.3 - Estudo de simulação de formação de compostos organoclorados

Tendo em consideração a formação de compostos de halometanos devido à cloração na água bruta e na água filtrada na ETA, foi realizado um estudo utilizando um modelo descrito em JAMES (1991) para cálculo de produção de cloro residual, halometanos totais (THMs), ácidos dicloroacéticos (DCAA) e ácidos tricloroacéticos (TCAA). No Quadro 12 apresentam-se os resultados da simulação do modelo, considerando-se um tempo de contacto total de 18 horas, uma temperatura constante de 20 °C e uma concentração de brometo de 0,05 mg/l.

Quadro 12

Resultados de simulação da formação de THMs, DCAA e TCAA

Parâmetro	Ensaio nº 5	Ensaio nº 5.1	Ensaio nº 5.2	Ensaio nº 6	Ensaio nº 6.1
Dosagem (mg Cl ₂ /l)	2,5	3,0	1,0	5,5	4,0
CRL (mg Cl ₂ /l)	0,44	0,79	0,02	2,2	0,49
THMs ($\mu\text{g/l}$)	29	31	12	18	13
DCAA ($\mu\text{g/l}$)	2,7	3,0	1,3	3,1	2,8
TCAA ($\mu\text{g/l}$)	1,0	1,2	0,3	1,1	1,0

4 - DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

De acordo com as características da água bruta do rio Cávado, captada em Areias de Vilar, Barcelos, as concentrações das impurezas dissolvidas são relativamente constantes, apesar das flutuações consideráveis dos parâmetros físicos tais como turvação, cor e sólidos em suspensão. Verificou-se que, durante o período de ensaio de cerca de 185 dias, a qualidade da água bruta indesejável encontrada era pontual e nunca persistiu mais de 1 dia.

Na série de ensaios nº 4, pode constatar-se que o ensaio 4.3, realizado a pH = 5, deu valores de alumínio dissolvido nas águas tratadas bastante próximos do VMA (valor máximo admissível) de 0,2 mg/l estabelecido por lei, enquanto os outros ensaios forneceram valores muito reduzidos de alumínio residual. Assim, considerou-se que o intervalo de pH de floculação óptimo, no caso do sulfato de alumínio se situa entre, 5,5 e 7,0, o qual é atingível mesmo sem ajuste adicional de pH.

No Quadro 13 apresenta-se a eficácia do tratamento em termos de percentagem de remoção dos parâmetros indicativos, sendo os outros parâmetros, excepto pH, sem alterações significativas.

Quadro 13
Eficácia de tratamento (em % remoção)

Ensaio	TURV	UV254	NH4
4	99	69	< 6
4.1	95	54	15
4.2	95	63	< 10
4.3	100	58	< 4
5*	99	55	28
5.1*	97	55	24
5.2*	100	58	30
6**	100	56	23
6.1**	99	65	74

* com pré-oxidação por cloração; ** com pré-oxidação e desinfecção final

Os resultados obtidos dos filtros nº 3 e 4 indicam que a água bruta pode ser tratada por processo de filtração directa, pois contém baixa turvação e a dosagem de floculante é reduzida. Contudo, a exigência operativa dos filtros favorece a utilização de decantação que prolonga consideravelmente o intervalo de lavagem por um factor de, pelo menos, 3.

De todas as séries de ensaios realizadas, pode concluir-se que, para turvações inferiores a 10 NTU, as condições óptimas de operação, em termos de adição de produtos químicos, são as seguintes:

- 5 mg/l de sulfato de alumínio, como floculante;
- pH de floculação compreendido entre 5,5 e 7,0;
- 2,5 mg/l de hipoclorito de sódio, como pré-oxidante;
- 1,5 mg/l de hipoclorito de sódio, na desinfecção final.

De salientar que o ensaio 6.1, efectuado em Setembro, quando a qualidade da água do rio era pior, sob as condições de operação consideradas óptimas, apresenta resultados excelentes para todos os parâmetros analisados, obedecendo aos requisitos do Decreto-Lei nº 74/90 todos os parâmetros que estão atribuídos no mesmo.

Relativamente à produção de sub-produtos de cloração na pré-oxidação, resultados de simulação mostram que as concentrações de THMs, após 78 horas de contacto, à temperatura de 20 °C, serão da ordem de 50 - 80 µg/l, sendo a dosagem total de cloro de 8 mg/l e a concentração de cloro residual livre de 2,3 mg/l. Uma vez que no processo de tratamento e no subsequente armazenamento de água tratada será necessária uma dosagem máxima de cloro inferior a 6 mg/l, a possível concentração de THMs será inferior a 65 µg/l e a de cloro residual livre de 0,9 mg/l.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à empresa *Águas do Cávado, S.A.* a disponibilização dos dados de análises de água, as sugestões do Professor Eng^o Tentúgal Valente, Presidente do Conselho de Administração, e a colaboração dos técnicos laboratoriais.

BIBLIOGRAFIA

AWWA, APHA e WEF - *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 19^a ed., EUA, 1995.

CHENG, C-Y; MAGALHÃES, A. - “Exploração da Estação Piloto de Tratamento de Água da Águas do Cávado, S.A., em Areias de Vilar, Barcelos”, in *4^o Congresso da Água*, Lisboa (Portugal), 23 - 27 Março, 1998.

CHENG, C-Y; PEIXOTO, F. - “Remoção de Matéria Orgânica da Água do Rio Cávado”, in *4^o Congresso da Água*, Lisboa (Portugal), 23 - 27 Março, 1998.

JAMES, M. – “Final Report: Disinfection/Disinfection By-products Database and Model Project”. AWWA, Denver, USA, 1991.