

2. CARACTERÍSTICAS DAS AUGAS RESIDUAIS URBANAS

Xoán A. Álvarez, Manuel Soto

2.1. INTRODUCCIÓN

As variábeis que determinan a composición e o caudal das ARU son os hábitos da poboación en canto a alimentación, hixiene, utilización dos recursos, etc., a recollida ou non de pluviais na rede de sumidoiros e a maior ou menor achega de efluentes industriais ou do comercio. Todo isto fai que as ARU presenten diferencias na caracterización dependendo das circunstancias concretas de cada zona.

En xeral as ARU presentan unha demanda química de oxíxeno (DQO) inferior aos 1000 mg/l que as sitúa dentro dos efluentes diluídos ou de baixa carga, fronte aos denominados efluentes de alta carga, que serían aqueles con DQO superiores aos 2000 mg/l. Porén, a súa composición é moi variada e contan cun elevado contido en sólidos en suspensión (SST), entre un 30 e un 70% da DQO, polo que se consideran efluentes complexos. A demanda biolóxica de oxíxeno (DBO) destes efluentes sitúase entre o 40 e o 60% da DQO.

A temperatura das augas residuais urbanas é unha característica que incide de forma importante nos tratamentos biolóxicos. Dependendo da zona do mundo e de factores climáticos e doutro tipo, a estación a temperatura sitúase entre 4°C e 30°C. Nos países tropicais de clima cálido, a temperatura das augas residuais non baixa dos 20°C normalmente, mentres que nos países de climas moderados ou fríos, o rango de temperatura das augas está entre 10°C e 20°C ou incluso por debaixo. Polo xeral, a temperatura da ARU durante a época fría é superior á temperatura ambiente.

Unha explicación máis detallada dos diferentes parámetros de caracterización das augas residuais pode consultarse nunha publicación anterior (Soto, 1994). Neste capítulo centraremos en avaliar as características das augas residuais urbanas, expoñendo primeiramente unha serie de datos de referencia e revisando despois os datos dispoñíbeis para os vertidos de diferentes localidades galegas.

2.2. CARACTERÍSTICAS E CONTAMINANTES NAS AUGAS RESIDUAIS URBANAS

As augas residuais urbanas (ARU) son as procedentes de usos domésticos e comerciais ou unha combinación delas con efluentes agropecuarios e de procesos industriais. Os compoñentes das augas residuais domésticas poden ser divididos en diferentes grupos principais como se mostra na táboa 2.1.



Compoñente	De interese especial	Efecto medioambiental
Microorganismos	Bacterias patóxenas e virus	Risco en baños e alimentación
Materia orgánica biodegradábel	Consumo de oxíxeno en ríos, etc	Morte de peixes, olores
Outras materias orgánicas	Deterxentes, pesticidas, graxas, aceites, colorantes, disolventes, fenois, cianuros	Efecto tóxico, inconvenientes estéticos, bioacumulación nas cadeas alimentarias
Nutrientes	Nitróxeno, fósforo, amonio	Eutrofización, consumo de oxíxeno
Metais	Hg, Pb, Cd, Cr, Cu, Ni	Efecto tóxico, bioacumulación
Outras materias inorgánicas	Ácidos, álcalis	Corrosión, efecto tóxico
Efectos térmicos	Auga quente	Cambio nas condicións de vida
Olor	Sulfuro de hidróxeno	Inconvenientes estéticos, efecto tóxico
Radioactividade		Efecto tóxico, acumulación

As concentracións encontradas nas augas residuais urbanas son o resultado dunha combinación da carga contaminante e a cantidade de auga coa que se mestura o contaminante. O caudal e a carga contaminante diaria ou anual forman, polo tanto, unha boa base para a avaliación da composición da ARU. A táboa 2.2 mostra os datos para diferentes países, moitos deles estimados. Estes datos permiten afirmar que a cantidade de contaminación per cápita xerada é unhas 2 ou 3 veces maior nos países máis industrializados fronte aos menos, podendo chegar a ser de até 10 veces maior en determinados compoñentes. A composición varía significativamente segundo o lugar e o tempo, debido a variacións nas cantidades de substancias descargadas, mais sobre todo a variación no consumo da auga nos fogares e a infiltración e exfiltración durante o transporte ao sistema colector.

Contaminante	Dinamarca	Brasil	Exipto	Italia	Suecia	Turquía	EUA
DBO	20-25	20-25	10-15	18-22	25-30	10-15	30-35
SST	30-35	20-25	15-25	20-30	30-35	15-25	30-35
N-total	5-7	3-5	3-5	3-5	4-6	3-5	5-7
P-total	1.5-2	0.6-1	0.4-0.6	0.6-1	0.8-1.2	0.4-0.6	1.5-2
Deterxentes	0.8-1.2	0.5-1	0.3-0.5	0.5-1	0.7-1	0.3-0.5	0.8-1.2
Mercurio (Hg)	0.1-0.2		0.01-0.2	0.02-0.04	0.1-0.2	0.01-0.02	
Chumbo (Pb)	5-10		5-10	5-10	5-10	5-10	
Zinc (Zn)	15-30		15-30	15-30	1-20	15-30	
Cadmio (Cd)	0.2-0.4				0.5-0.7		

DBO, SST, N, P e Deterxentes en kg/persoa.ano; Hg, Pb, Zn, e Cd en g/persoa.ano

A composición típica das augas residuais urbanas móstranse na táboa 2.3. As ARU concentradas representan casos de baixo consumo de auga e/ou baixa infiltración e pluviosidade. Pola contra, ARU diluídas representan consumos altos de auga, alta infiltración e redes non separativas. A auga de tormenta dilúe as augas residuais posto que os compoñentes das augas de tormentas teñen concentracións máis baixas que as augas residuais ordinarias, agás en determinados contaminantes.

Os metais na auga residual poden influír sobre as posibilidades de reutilización na agricultura do lodo procedente do tratamento da ARU. Na táboa 2.4 encóntranse os valores típicos de metais, e na táboa 2.5 indícanse as concentracións de microorganismos patóxenos presentes nas ARU.

Táboa 2.3. Contido medio típico de materia orgánica e nutrientes nas augas residuais urbanas (Henze et al., 2000; Lens et al., 2001)

Parámetros analizados	Tipo de auga residual			
	Concentrada	Media	Diluída	Moi diluída
DBO ₅ (mg/l)	350	250	150	100
DQO (mg/l)	740	530	320	210
SST (mg/l)	450	300	190	120
SSV (mg/l)	320	210	140	80
Carbono orgánico total (gC*/m ³)	250	180	110	70
Carbohidratos (gC*/m ³)	40	25	15	10
Proteínas (gC*/m ³)	25	18	11	7
Ácidos graxos (gC*/m ³)	65	45	25	18
Graxas e aceites (g/m ³)	100	70	40	30
Fenol (g/m ³)	0.1	0.07	0.05	0.02
Deterxentes, Anión* (gLAS/m ³)	15	10	6	4
Nitróxeno total (gN/m ³)	80	50	30	20
Amoníaco (gN/m ³)	50	30	18	12
Nitrato (gN/m ³)	0.5	0.5	0.5	0.5
Fósforo total (gP/m ³)	23	16	10	6
Ortofosfato (gP/m ³)	14	10	6	4

*C: Carbono orgánico; **LAS= Lauril Alquil Sulfonato.

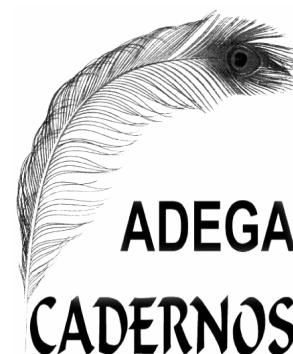
Táboa 2.4. Valores típicos de metais en augas residuais urbanas (Henze et al., 2000)

Parámetro	Tipo de auga residual			
	Concentrada	Media	Diluída	Moi diluída
Aluminio	1000	650	400	250
Arsénico	5	3	2	1
Cadmio	4	2	2	1
Cromo	40	25	15	10
Cobalto	2	1	1	0.5
Cobre	100	70	40	30
Ferro	1500	1000	600	400
Chumbo	80	65	30	25
Manganeso	150	100	60	40
Mercurio	3	2	1	1
Níquel	40	25	15	10
Prata	10	7	4	3
Zinc	300	200	130	80

Concentracións en mg/m³ ou ppb (partes por billón).

2.3. AUGAS RESIDUAIS URBANAS DE A CORUÑA

A planta de pretratamento de augas residuais de A Coruña, está situada na costa de A Coruña, preto da aldea de Bens. A esta estación chegan as augas procedentes da cidade e as dos concellos da bisbarra, abrangendo unha poboación duns 370000 habitantes. Ademais de efluentes puramente domésticos chéganlle efluentes industriais procedentes de varios polígonos, incluídos Sabón, A Grela-Bens e Pocomaco, de tal forma que o vertido global atinxe perto de 700000 habitantes equivalentes.



Táboa 2.5. Concentracións de microorganismos patóxenos nas augas residuais urbanas (Henze et al., 2000)	
	número de microorganismos por 100 ml (rango alto-baixo)
<i>E. Coli</i>	$5 \cdot 10^8 - 10^6$
Coliformes	$10^{13} - 10^{11}$
<i>Cl. perfringes</i>	$5 \cdot 10^4 - 10^3$
Estreptococo fecal	$10^8 - 10^6$
<i>Salmonella</i>	300 - 50
<i>Campylobacter</i>	$10^5 - 5 \cdot 10^3$
<i>Listeria</i>	$10^4 - 5 \cdot 10^2$
<i>Staphylococcus aureus</i>	$10^5 - 5 \cdot 10^3$
<i>Giardia</i>	$10^3 - 10^2$
Enterovirus	$10^4 - 10^3$
Rotavirus	100 - 20

Características xerais e carga orgánica

Na táboa 2.6 preséntanse as características físico-químicas do vertido procedente da bisbarra de A Coruña. Na táboa 2.7 preséntanse as características das augas residuais urbanas da cidade de A Coruña e dalgúns núcleos rurais, xunto coas características dos vertidos dalgúns polígonos industriais. Os parámetros foron analizados tanto no inverno (época húmida), como no verán (época máis seca).

Táboa 2.6. Composición da auga residual urbana da bisbarra de A Coruña (vertido global de Bens) (Ligero, 2001a)			
Parámetro	Valor medio*	Máximo	Mínimo
pH	7.3 ± 0.1	7.8	6.9
Temperatura (°C)	$16.5 \pm 1,4$	8.8	22.8
DQO	696 ± 103	1280	191
DBO ₅	311 ± 58	640	80
SST	359 ± 56	794	130
SSV	275 ± 50	692	104
Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	235 ± 57	690	56
Ortofosfatos (PO ₄ ³⁻ -P)	$3.4 \pm 0,6$	5.4	0.6
Amoníaco (NH ₃ -N)	$24.8 \pm 3,1$	40.6	12.2
Graxas	101 ± 27	300	33
Nitróxeno total (NTK-N)	32 ± 5	51	9
Conductividade (mS/cm)	4.7 ± 1.2	0.6	13.8
Cloruro (Cl ⁻)	1527 ± 494	5848	120
Alcalinidade total (CaCO ₃)	48 ± 3	58	36
Toxicidade, EC ₅₀ (% vol)	87 ± 25	297	29

* Xunto co valor medio preséntanse os intervalos de confianza do 95%. N° de mostras = 24 (mostras quincenais durante un ano, compostas cada unha de 24 mostras horarias puntuais). Concentracións en mg/l, agás temperatura, conductividade, toxicidade e pH. A toxicidade mediuse mediante o método Lumistox.

En termos xerais, as augas residuais domésticas da bisbarra de A Coruña pódense enmarcar dentro do grupo de contaminación forte, tanto en carga orgánica como inorgánica. Tamén en relación co contido en sólidos en suspensión, estas augas poden enmarcarse dentro do grupo de contaminación media-alta, segundo a clasificación feita por Metcalf & Eddy (1996). Aínda así, o seu carácter é eminentemente de tipo urbano, como o amosan as concentracións absolutas e relativas dos diversos parámetros analizados.

É de destacar, porén, o alto contido en cloruros e sulfatos, debido á entrada de auga de mar na planta de pretratamento e nos colectores previos, o que presenta un problema nun posíbel tratamento biolóxico. Pola contra, o contido en metais pesados é relativamente reducido.

O vertido global presenta unha temperatura media de 16,5°C, atopándose un mínimo de 8,8°C, e un máximo de 22,8°C. Porén, o intervalo de confianza do 95% sitúase entre 15 e 18°C.

Táboa 2.7. Características das principais correntes de auga que chegan a planta de pretratamento de A Coruña en Bens (Ruiz, 2004)

Parámetro	A Coruña	Lorbé	Oleiros	Sabón 1	Sabón 2	A Grela
T (°C)	17,9±0,6	19,6±1,3	20,4±1,4	20,3±1,9	22,9±1,0	15,1±3,0
pH	8,1±0,1	7,7±0,1	7,5±0,1	10,2±0,7	8,4±1,2	7,4±0,1
DQO	741±56	707±164	412±135	576±87	1151±524	236±75
DQO _s	298±28	263±89	188±73	517±82	539±273	85±26
DBO ₅	361±81 ^a	443±97 ^b	191±72 ^b	nd	nd	nd
SST	265±25	442±294	166±85	71±13	541±153	86±18
SSV	223±20	384±293	136±75	46±8	355±136	71±15
Alc. Total	209±34	nd	nd	554±121	528±304	226±105
Amoníaco (NH ₃ -N)	35,5±7,5	76,8±20,0 ^b	33,5±7,7 ^b	0,64±0,20	0,63±0,18	11,07±2,87
Nitróxeno total (NTK-N)	50,2±14,1 ^a	74,2±12,8 ^b	34,8±8,8 ^b	nd	nd	nd
Ortofosfato (PO ₄ ³⁻ -P)	6,3±0,6	8,4±2,0 ^b	4,9±1,7 ^b	0,05±0,03	1,82±1,35	1,44±0,87
Sulfato (SO ₄ ²⁻)	36,7±8,0	40,1±26,4 ^b	35,0±28,5 ^b	64,3±8,3	357,5±110,2	101,2±16,9
Nº mostras	45 (^a =11)	8 (^b =4)	8 (^b =4)	18	18	12

Unidades: mg/L, agás temperatura e pH. Alc.Total en mg CaCO₃/L. Xunto co valor medio preséntanse os intervalos de confianza do 95%.

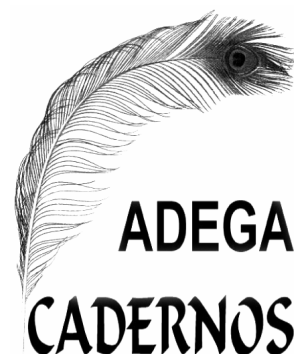
A relación SSV/SST porcentual media é do 75%, variando entre un máximo de 87% e un mínimo de 59%, o que indica que sobre o 25% dos sólidos en suspensión son de natureza inorgánica ou sólidos fixos.

O pH é un parámetro moi importante da calidade das augas, xa que o seu intervalo óptimo para a vida acuática é moi pequeno. No caso de tratamento biolóxico, as bacterias que o levan a cabo non toleran valores por riba de 9, nin por baixo de 4, situándose o pH óptimo entre 6 e 8.

As augas residuais de A Coruña, como amosa a táboa 2.6, presentan un pH medio de 7,3, neutro e dentro do rango óptimo para o tratamento biolóxico. A medida é moi constante como se pode apreciar no intervalo de confianza do 95%. En canto ao pH, a auga non presentaría ningún impedimento para ser tratada directamente nun sistema biolóxico, a pesar da existencia de pH moi alcalinos en determinados compoñentes de procedencia industrial (táboa 2.7).

A carga orgánica analízase en termos de demanda química de oxíxeno (DQO) e demanda biolóxica de oxíxeno (DBO₅). Tanto a DBO₅ como a DQO presentan valores nun amplo rango, o que é debido tanto á diversidade de vertidos que chegan a Bens, como ás diferentes condicións do vertido ao longo do ano.

A DQO nas augas residuais de A Coruña presenta un valor medio de 696 mg/L, cun máximo de 1280, e un mínimo 191. As variacións son reducidas, como se pode ver no intervalo de confianza do 95%, que resulta no rango de 600 a 800 mg/L. Esta variabilidade ten diversas causas, aínda que a principal é unha rede de sumidoiros non separativa, polo que en época de choivas a DQO vese algo diluída.



Facendo a aproximación de que a concentración de Nitróxeno Total Kjeldahl corresponde ao 16.5% das proteínas, e supoñendo que só as proteínas proporcionan nitróxeno, podemos obter a DQO proteica. Empregando esta aproximación, obtemos que a DQO debida as proteínas contribúe arredor dun 37% á DQO total.

A materia orgánica tamén se analizou en termos de DBO, parámetro que mide a materia orgánica biodegradábel presente na auga residual. A DBO_5 , por definición, é a cantidade de oxíxeno requirida para a estabilización da materia orgánica oxidábel durante 5 días de incubación a 20 °C. A DBO atopada nas augas domésticas de A Coruña foi moi variábel. De feito os valores oscilan entre un mínimo de 80 mg/L, e un máximo de 640 mg/L, tendo un valor medio de 311 mg/L e un rango de confianza do 95% de 250-370 mg/L.

Un factor importante é a relación DQO/DBO, xa que o oxíxeno requirido para a oxidación biolóxica da materia oxidábel (DBO), representa só unha proporción da DQO, e a relación entre estes parámetros define a biodegradabilidade da auga. A relación DQO/DBO_5 media atopada foi de 2.2, cun máximo de 3.5 e un mínimo de 1. Estes valores están dentro do rango de 1.25 e 2.5, descrito por Metcalf & Eddy (1996) como típico para augas residuais domésticas, e indica, que son suficientemente biodegradábeis para un posíbel tratamento biolóxico, como tamén se comprobou mediante ensaios de biodegradabilidade anaerobia.

Outras relacións interesantes entre os parámetros son a DQO/N e a DBO_5/N . Estas son especialmente importantes para a modelar e deseñar os sistemas de nitrificación/desnitrificación. Os elevados valores da relación DQO/N (24 ± 5) e DBO_5/N (10 ± 1) indican que o efluente poderíase someter a un tratamento biolóxico conxunto de eliminación de materia orgánica e nutrientes.

Contaminación de tipo inorgánico

Son moitas as sustancias inorgánicas atopadas nas augas residuais que teñen importancia na determinación e control da calidade da auga. Os parámetros analizados neste traballo foron: condutividade, alcalinidade, sulfatos, o-fosfatos disolvidos, nitróxeno amoniacal e orgánico, cloruros e metais pesados.

Na análise das augas mediuse a condutividade, que é un parámetro indicativo das concentracións de sais presentes no medio. No caso estudado, a condutividade foi moi superior á atopada na bibliografía para augas residuais urbanas, debido a presenza de cloruros e sulfatos, procedentes de auga de mar que entra na planta. As concentracións de cloruros son máis de 10 veces superior aos valores considerados como típicos neste tipo de augas residuais, que se sitúan nun rango entre 20-100 mg/L (Metcalf & Eddy, 1996), mentres nas análises realizadas (táboa 2.6) aos efluentes recollidos na planta dan un valor medio de 1527 ± 1208 mg/L, cun máximo de 5848 mg/L. Incluso o rango de confianza do 95% está entre 1000-2000 mg/L, indicando que a presenza dunha fracción significativa de auga de mar nesta auga residual é habitual. A partir das concentracións relativas de cloruro, podemos estimar que o vertido de Bens contén preto dun 10% en promedio de auga de mar, podendo chegar ao 30% nalgúns ocasións.

Outro dos compostos afectados polas grandes cantidades de auga do mar, son os sulfatos que están en exceso en comparación cos valores típicos atopados na bibliografía. Así téñense concentracións de 235 ± 139 , mentres os valores descritos por Metcalf & Eddy (1996), como normais nas augas domésticas están no rango de

20-50 mg/L, O efluente doméstico de A Coruña, con 29-45 mgSO₄²⁻/l, entra neste rango, e tamén os efluentes domésticos de Oleiros e Lorbé, mentres que os efluentes dos polígonos industriais mostran concentracións superiores (táboa 2.7), contribuíndo a este incremento de sulfatos no vertido final.

Debido a que o nitróxeno e o fósforo son nutrientes necesarios para as bacterias é preciso coñecer o seu contido nas augas, tanto cualitativa como cuantitativamente, para valorar a posibilidade do seu tratamento biolóxico.

Ao respecto do Nitróxeno, neste traballo analizouse en dúas das súas formas: como nitróxeno total Kjeldahl e como nitróxeno amoniacal. O primeiro termo abrangue o Nitróxeno “total” orgánico (agás compostos tipo azida, azina, azo, hidrazona, nitrilo, oxima e semicarbazona) máis o Nitróxeno amoniacal. O Nitróxeno amoniacal é en boa parte procedente da descomposición das proteínas e da urea. Este último proceso é moi sinxelo e rápido (Metcalf & Eddy, 1996; Henze, 2000), polo que xa ten lugar en boa medida nos propios colectores de auga residual. Ollando os valores de ambos parámetros atopados nas augas, pódense clasificar as augas urbanas de A Coruña como de carga media-baixa en Nitróxeno.

A relación Nitróxeno amoniacal/Nitróxeno total Kjeldahl é alta xa que a meirande parte do nitróxeno atópase en forma amoniacal. Isto é debido a que ao nitróxeno, que nun principio áchase combinado en forma proteica e urea, pasa rapidamente á forma amoniacal pola descomposición destas sustancias.

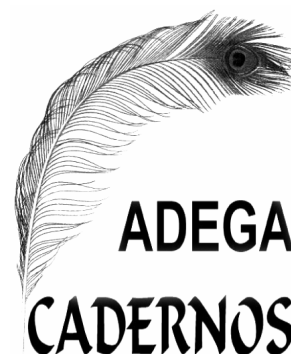
Avaliouse tamén a capacidade tampón da auga, ou alcalinidade, obténdose un promedio de 48±3 mg CaCO₃/L. A capacidade tampón é reducida, estando por baixo dos límites descritos como típicos por Metcalf & Eddy (1996) para este tipo de augas residuais (50-200 mgCaCO₃/L), se ben os vertidos parciais caracterizados, ofrecen valores superiores (táboa 2.7).

Contido en metais pesados

Outros constituíntes presentes nas augas, a niveis traza, son os metais pesados. Algúns destes elementos son indispensábeis, en certas cantidades, para o crecemento das bacterias, mentres outros son moi tóxicos no sistemas de tratamento biolóxico, e no medio ambiente en xeral. Por isto é importante coñecer tanto a súa presenza como a súa concentración.

Os metais pesados analizados nas augas domésticas foron: Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, As, Ag, Cd, Sn e Pb. Na táboa 2.8 amósanse os contidos en metais no vertido global de Bens.

A presenza de metais pesados pode interferir na actividade bacteriana no caso de optar polo tratamento biolóxico como sistema de depuración destes efluentes, xa que se poden concentrar nos lodos, constituíndo tamén unha limitación á utilización destes. O arsénico, a prata, o ferro e o zinc aparecen en concentracións maiores que as previsíbeis para unha auga residual de concentración media-alta (táboa 2.4), mentres coinciden cos valores correspondentes a augas de concentración media o cromo, o manganeso, o cobre e o chumbo, e diluída o níquel e o cadmio. Aínda que as concentracións de metais pesados nestas augas non sexan anormalmente elevadas, o seu impacto no medio ambiente pode ser notábel, debido ao elevado caudal de auga residual e ao feito de seren sustancias acumulativas no medio. Neste sentido, compre lembrar que a Directiva Marco da Auga formula a necesidade de atinxir o vertido cero dos metais pesados máis perigosos.



Táboa 2.8. Concentración dos principais metais na auga residual de A Coruña

Metal	Parte solúbel (µg/L)			Total (µg/L)		
	Promedio*	Máximo	Mínimo	Promedio*	Máximo	Mínimo
Cr	4 ± 0,8	7,6	2,2	26 ± 5	45,4	13,0
Mn	71 ± 6	100	45	95 ± 0,01	142,0	31,0
Fe	328 ± 77	902	52	1761 ± 0,3	3661	604
Ni	5,0 ± 0,7	9,3	3,2	13,8 ± 0,01	24,0	6,8
Cu	16 ± 6	68	2,3	61,3 ± 0,01	124,0	37,7
Zn	62 ± 16	176	19	230 ± 0,01	346,0	105,0
As	11,3 ± 2,9	25,0	1,9	19,1 ± 0,02	51,0	3,4
Ag	1,6 ± 0,5	5,1	0,3	10,6 ± 0,01	17,1	4,8
Cd	0,3 ± 0,09	0,9	0,0	0,6 ± 0,01	1,2	0,2
Sn	1,1 ± 0,2	1,9	0,5	18,7 ± 0,01	52,8	3,6
Pb	2,5 ± 0,9	11,0	0,5	43,1 ± 0,01	71,3	13,6

* O promedio vai seguido do intervalo de confianza do 95%.

Táboa 2.9. Estimación do vertido de metais pesados cos efluentes residuais urbanos

Metal	A CORUÑA (kg/ano)	FERROL (kg/ano)
Cr	1413	471
Mn	5174	1725
Fe	96404	32135
Ni	756	252
Cu	3356	1119
Zn	12582	4194
As	1046	349
Ag	580	193
Cd	33	11
Sn	1024	341
Pb	2360	787
Total anual (kg)	124726	41575

2.4. AUGAS RESIDUAIS DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Na táboa 2.10 indícanse as características das augas residuais urbanas de Santiago de Compostela. A auga residual da zona de Santiago de Compostela e bisbarra centralízanse no colector que chega á EDAR de A Silvouta. A auga residual caracterizouse por ser de carga orgánica débil ou moi débil segundo a época do ano. Isto é consecuencia da alta pluviosidade rexistrada na zona e dunha rede non separativa así como da entrada de augas subterráneas (mananciais, infiltración por terreo, etc.) á rede de sumidoiros das augas residuais.

Por outra parte, na figura 2.1 móstrase a evolución no tempo dalgúns parámetros, así como a pluviometría mensual da zona, durante catro anos e medio aproximadamente (dende Xullo de 1999 até Outubro de 2003). Os datos de pluviometría (l/m²) proceden da rede de estacións de meteoroloxía da Consellería de Medio Ambiente.

Débese ter en conta que este efluente residual urbano ten unha certa contribución de efluentes residuais industriais, debido á actividade de industrias, tales como unha papeleira, industrias alimentarias, industrias electrónicas, así como

o polígono industrial do Tambre e o Hospital Clínico, que descarga os seus efluentes residuais aos colectores da auga residual urbana.

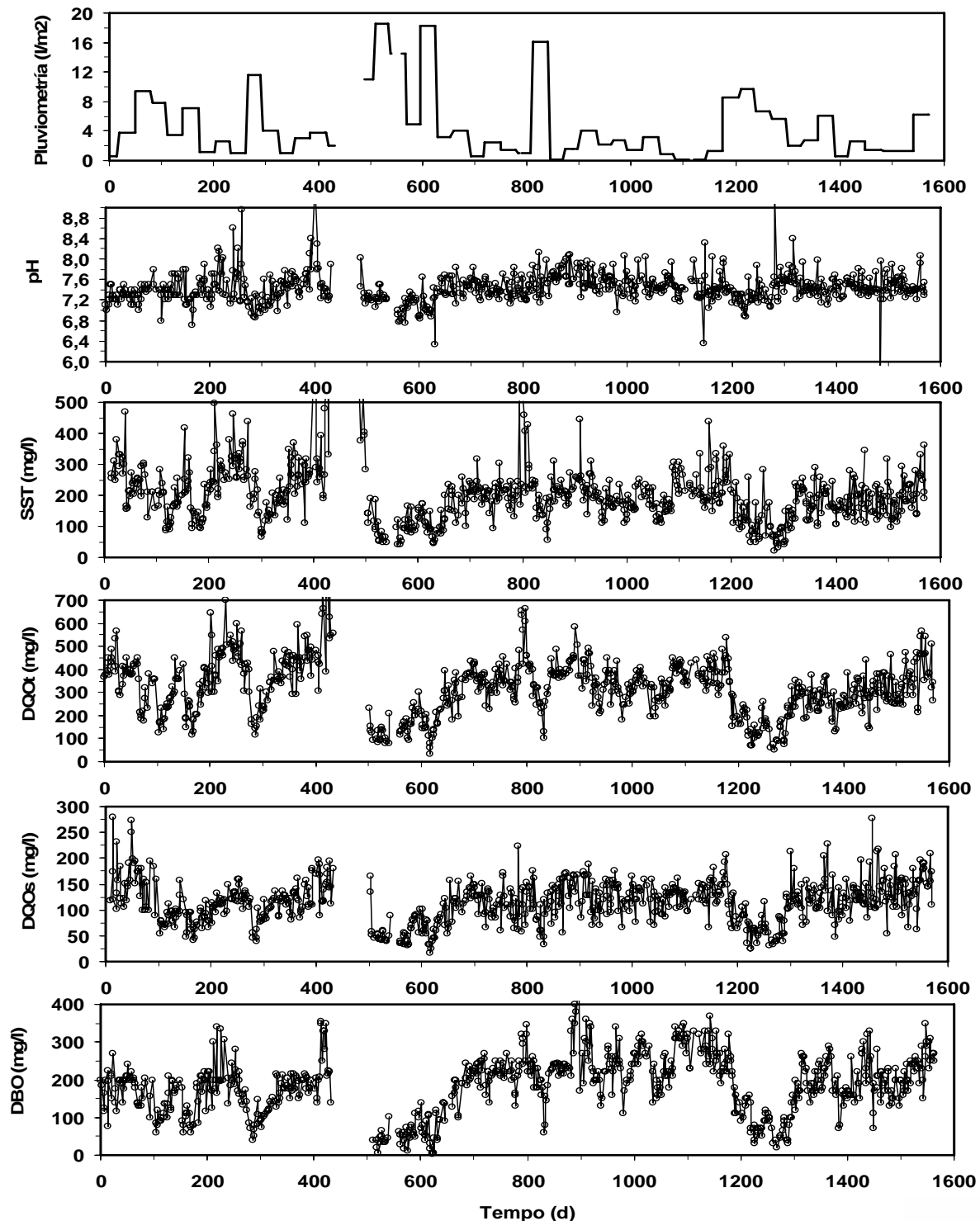


Figura 2.1. Evolución das características da auga residual urbana de Santiago de Compostela (14 de Xullo de 1999 a 30 de Outubro de 2003) (Álvarez, 2004)

Na figura 2.2 indícanse as correlacións dos parámetros de SST e DBO coa DQOt da auga residual. Obsérvase como os valores de DQOt altas (por enriba de 500 mg/l) son debidas á presenza de altas concentracións de SST pouco biodegradábeis (procedentes probablemente de vertidos esporádicos dunha

papeleira próxima), posto que a DBO mantense máis ou menos constante. Obsérvase, así mesmo, que existe sempre unha fracción de DQO non biodegradábel, que se pode estimar en aproximadamente 25-50 mgDQO/l.

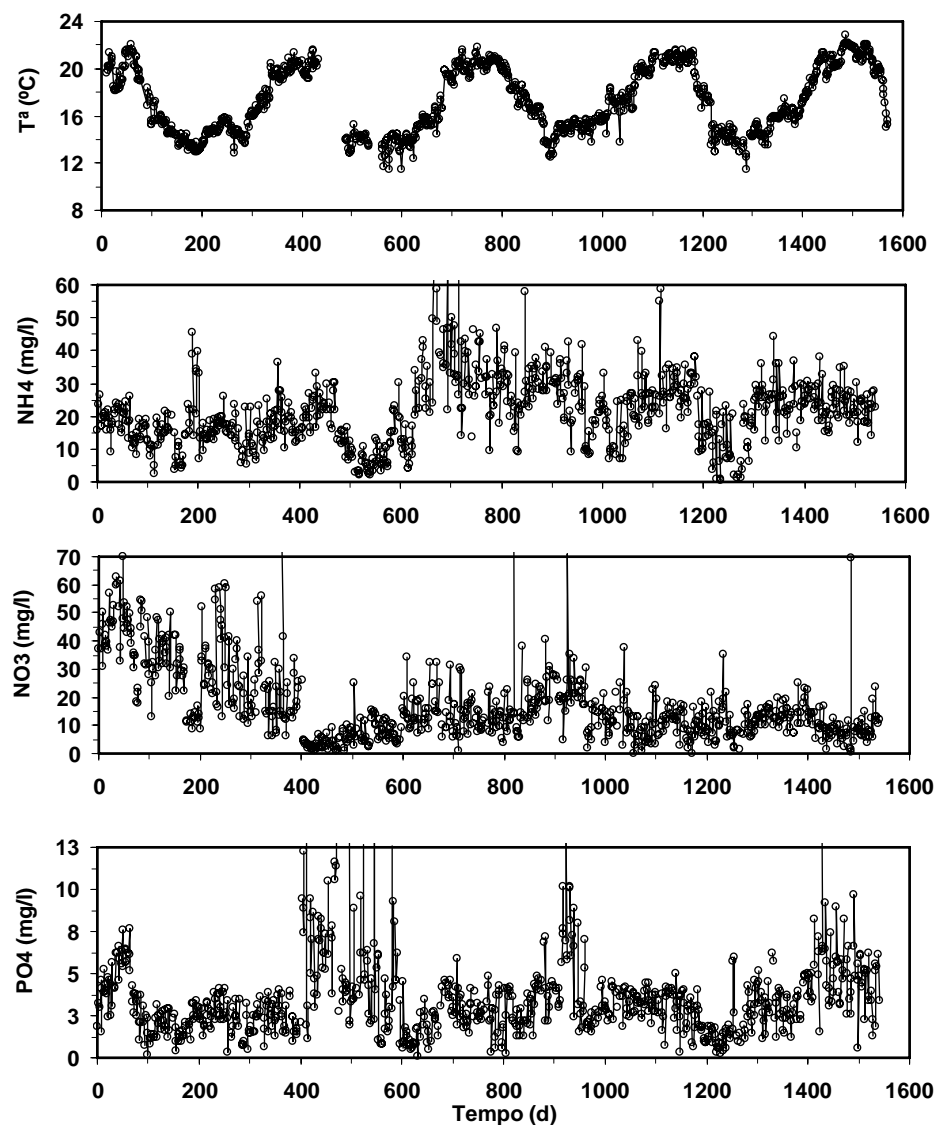


Figura 2.1 (continuación)

Táboa 2.10. Principais características da auga residual urbana de Santiago de Compostela (Álvarez, 2004)			
	Promedio*	Mínimo	Máximo
T	17,3±2,8	11,5	22,9
pH	7,4±0,3	4,9	9,5
SST	200±90	19	841
SSV	167±72	19	622
DQO	323±124	34	1012
DBO ₅	186±78	4	470
DQOs	115±41	17	280
Ortofosfato (PO ₄ ³⁻ P)	4±3	0	27
Amoniaco (NH ₄ ⁺ -N)	21±10	1	70
Nitrato (NO ₃ ⁻ -N)	17±15	0	196

*Promedio±desviación estándar. Concentración en mg/l, excepto T (°C) e pH.

Metais pesados e contaminación microbiana

Na táboa 2.11 indícanse as concentracións de metais pesados analizados nunha mostra das augas residuais de Santiago de Compostela tomada o longo dun día por combinación de mostras horarias. Os metais pesados analizados nas augas domésticas foron: Fe, Cu, Zn, Cd, Cr, Hg, Ni e Pb. En xeral, os valores de concentración atopados foron lixeiramente máis altos que os das augas residuais de A Coruña (especialmente Pb, táboa 2.8). A elevada proporción de augas de escorrentía urbana en relación á carga doméstica en Santiago de Compostela podería explicar tanto a baixa carga orgánica como a relativamente maior concentración en metais pesados.

Por outra parte, no referido á contaminación microbiana, os valores obtidos (táboa 2.12) indican concentracións baixas destes parámetros en relación ás concentracións típicas das augas residuais urbanas (táboa 2.5).

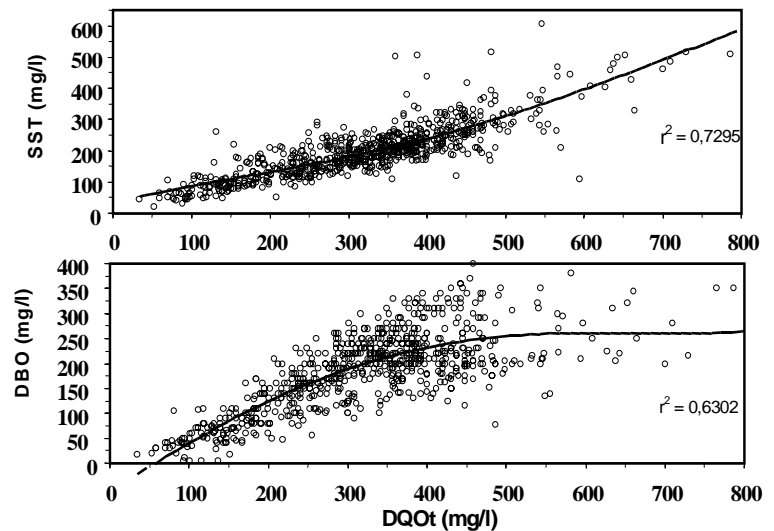


Figura 2.2. Relacións entre SST e DBO coa DQO da auga residual urbana de Santiago de Compostela analizada

Táboa 2.11. Metais pesados nunha mostra puntual das augas residuais de Santiago de Compostela (Álvarez, 2004)

Metal	Fe	Cu	Zn	Cd	Cr	Hg	Ni	Pb
Conc. ($\mu\text{g/l}$)*	58.30	27.34	69.75	<2	7.29	1.66	8.57	23.22

*Concentracións en $\mu\text{g/l}$ ou ppb (partes por billón) na fracción solúbel

Táboa 2.12. Patóxenos nas augas residuais de Santiago de Compostela (Álvarez, 2004)

Concentración en unidades formadoras de colonias			
Coliformes Totais (ufc/100 ml)	Coliformes fecais (ufc/100 ml)	Estreptococos fecais (ufc/100 ml)	Clostridios Sulfito Redutores (esporas/20 ml)
$1.26 \cdot 10^7$	$2.05 \cdot 10^6$	$6.81 \cdot 10^5$	$3.90 \cdot 10^5$
$\pm 1.18 \cdot 10^7$	$\pm 1.29 \cdot 10^6$	$\pm 2.82 \cdot 10^5$	$\pm 9.35 \cdot 10^5$

Nota: Indícase o valor medio \pm desviación estándar.

2.5. AUGAS RESIDUAIS DE OS LIÑARES (BEARIZ)

Os Liñares é unha pequena aldea do concello de Beariz, situada perto da estrada que vai de Pontevedra ao Carballiño, a uns 20 quilómetros deste último lugar. Conta cunhas dez vivendas habitadas, incluíndo un bar-restaurante situado na beira da estrada. Para depurar os vertidos deste núcleo, o concello de Beariz construíu a depuradora que se describe no capítulo 5 deste caderno. Con motivo do seu seguimento, analisáronse as augas residuais ao longo de varios anos. Os resultados resúmense na táboa 2.13.

As características das augas residuais variaron amplamente no tempo, en



función do momento do día e da estación ou situación climatolóxica. Aliás, os promedios correspondentes aos dous períodos bianuais que se indican na táboa 2.13 víronse claramente afectados polo tipo de actividade do bar-restaurante e a súa intensidade. Unha maior actividade do restaurante provocou un incremento do caudal, reducíndose a concentración promedio en materia orgánica (DQO) do vertido global. Simultaneamente, observouse un incremento da cantidade de graxas que eran retidas no desbaste ou flotaban na parte superior dos dixestores.

Táboa 2.13. Características do vertido residual da aldea de Os Liñares (Barros e Soto, 2002, 2004)

	Anos 2000 e 2001		Setembro 2003-Agosto 2005	
	Mínimo – Máximo	Promedio±Desv. Estándar	Mínimo- Máximo	Promedio±Desv. Estándar
DQO (mg/l)	20-10542	1528±2200	77-4454	587±969
DBO ₅ (mg/l)	0-530	237±164	29-765	227±169
SST (mg/l)	0-4440	668±865	80-760	266±184
PH	5,8-8,8	7,0±0,8	7-10	8,1±0,6
T (°C)	5-18,3	13,0±3,5	6-22	13,0±5,0

Analísáronse mostras semanais durante os períodos indicados

2.6. CONCLUSIÓNS

As variábeis que determinan a composición e o caudal das ARU son os hábitos da poboación en canto a alimentación, hixiene, utilización dos recursos, etc., a recollida ou non de pluviais na rede de sumidoiros e a maior ou menor achega de efluentes industriais e do comercio.

O contido en materia orgánica dunha auga residual exprésase mediante o seu valor en Demanda Química de Oxíxeno (DQO). Segundo o valor deste parámetro, as augas residuais urbanas clasifícanse en concentradas (DQO > 750 mg/l), de concentración media (DQO < 500 mg/l), diluídas (DQO < 300 mg/l) ou moi diluídas (DQO < 200 mg/l).

Outros parámetros importantes na caracterización dunha auga residual son a Demanda Biolóxica de Oxíxeno, que determina o potencial de consumo de oxíxeno no medio natural, o contido en partículas en suspensión, a salinidade, o contido en nutrientes, o contido en metais pesados e outras substancias químicas específicas, e o potencial ou poder tóxico. Nunha situación xeral típica, estes outros parámetros variarían dunha forma proporcional á concentración en DQO. Porén, cada efluente particular vai presentar unhas características propias que deben ser analizadas en cada caso, tanto para determinar o seu impacto ambiental como para definir, deseñar e operar as instalacións de depuración.

Os efluentes residuais da área de A Coruña presentan unha concentración orgánica media-alta, mentres que os efluentes de Santiago de Compostela son diluídos ou moi diluídos. Efluentes residuais de núcleos e áreas rurais mostran características máis variábeis tanto no tempo como dun lugar a outro. O contido en nutrientes e metais pesados aparece en xeral baixo, agás casos concretos. Os vertidos de polígonos industriais mostran características de concentración moi variábeis, baixo contido en nutrientes e toxicidade media-alta.