

# A POTABILIDADE DAS FONTES DE SANTIAGO DE COMPOSTELA CURSO 2000-01

BAHILLO VARELA, LEOPOLDO; GÓMEZ SEGADE, PABLO; ROMERO CASAL, ESTHER

Departamento de Bioloxía e Xeoloxía

I.E.S. de Sar (Santiago de Compostela)

## 1.- INTRODUCCIÓN

Despois dun estudio inicial da potabilidade de 38 fontes de Santiago de Compostela realizado polos Departamentos de Bioloxía e Xeoloxía e de Física e Química do Instituto de Educación Secundaria de Sar de Santiago de Compostela, xurdiu a posibilidade de colaboración deste centro co Concello e coa empresa Aquagest concesaria da rede pública de auga potable da cidade, concretándose nun convenio entre estas tres entidades asinado o día 23 de decembro de 1999.

As actividades a realizar polo alumnado do Bacharelato de Ciencias do Instituto de Sar foi a catalogación, análise inicial de 321 fontes repartidas polas diferentes parroquias do Concello de Santiago, e análise mínimo de potabilidade das 104 destas fontes completando o ciclo de 4 análises por fonte durante o período dun ano.

As expectativas didácticas a nivel de contidos conceptuais (pH, conductividade, dureza,...) e actitudinais son innegables, pero é no caso dos contidos procedimentais onde o convenio aporta maiores posibilidades ós alumnos e alumnas participantes, tanto na manipulación de instrumentos como na práctica de medidas de seguridade no traballo nun laboratorio.

Tamén hai que dicir que esta actividade foi un eficaz medio para dar a coñece-las actividades do Centro no seu contorno e de afianza-la súa relación co medio social.

Finalmente, é importante reseña-la no menos desdeñable colaboración coa saúde pública da cidade, encauzando a preocupación xeral por este tema na cidadanía, activando medidas correctoras de situacións previas deficientes, por exemplo a sinalización pública da potabilidade das fontes.

## Normativa

O REAL DECRETO 1138/1990 aproba a Regulamentación Técnico-Sanitaria para o abastecemento e control da calidade das augas potables de consumo público. Este regulamento indica nos artigos 16, 23.5 y 24. la normativa a aplicar ás augas das fontes de consumo público no conectadas hidraulicamente ós sistemas de abastecemento público de auga.

*Art. 16. En toda fonte pública no conectada hidráulicamente a un sistema de abastecimiento de agua potable de consumo público figurará el rótulo “Agua potable” o “Agua no potable”, según la calificación del agua que suministre, acompañado del grafismo correspondiente, que será en el primer caso un grifo blanco sobre fondo azul, y para el segundo, el mismo grafismo cruzado por un aspa de color rojo.*

*Art. 23.5 El análisis inicial consistirá en la determinación, previa a la explotación de un recurso hídrico potencialmente utilizable para abastecimiento de agua de consumo público, de los parámetros que integran el citado análisis normal, además de aquellos parámetros comprendidos en el apartado 3.1 del artículo 3.º de esta Reglamentación, que la Administración Sanitaria competente estime en cada caso. El número de muestras y los intervalos entre ellas serán los adecuados para la representatividad del recurso a explotar.*

*Art. 24.5 La valoración de la potabilidad del agua de una fuente pública no conectada hidráulicamente a un sistema de abastecimiento de agua potable de consumo público se realizará mediante la determinación de los caracteres correspondientes a un análisis-tipo mínimo. El número de estos análisis, efectuados sobre muestras representativas del recurso hídrico, será, como mínimo, de 4 al año, con un intervalo recomendado entre tomas de muestras sucesivas de tres meses.*

## Relación de análises mínimas que se deben realizar á auga das fontes:

### Caracteres organolépticos

OLOR e SABOR (cualitativo)

### Caracteres físico-químicos

CONDUCTIVIDADE

### Caracteres relativos a sustancias non desexables

NITRITOS  
AMONIO

### Caracteres microbiolóxicos:

COLIFORMES TOTAIS  
COLIFORMES FECAIS

## Relación de parámetros químicos a investigar na auga das fontes para a análise inicial:

Características dos parámetros das análises mínimas, engadindo pH e nitratos:

### CARACTERES ORGANOLÉPTICOS (só realizamos análises cualitativas)

Parámetros	Expresión dos resultados	Nivel guía	Concentración máxima admisible	Observacións
Olor	Índice de dilución	0	2 a 12°C 3 a 25°C	Relacionar coas determinacións gustativas
Sabor	Índice de dilución	0	2 a 12°C 3 a 25°C	Relacionar coas determinacións olfactivas

### CARACTERES FÍSICO-QUÍMICOS

Parámetros	Expresión dos resultados	Nivel guía	Concentración máxima admisible	Observacións
pH	Unidade de pH	$6,5 \leq pH \leq 8,5$	9,5	A auga non debería ser agresiva. Os valores de pH non aplícanse as augas acondicionadas.
Conductividade	$\mu S \text{ cm}^{-1}$ a 20 °C	400		En correspondencia coa mineralización das augas. Valores correspondentes da resistencia específica en ohm/cm: 2.500.

## CARACTERES RELATIVOS A SUSTANCIAS no DESEXABLES

Parámetros	Expresión dos resultados	Nivel guía	Concentración máxima admisible	Observacións
Nitratos	mg/L NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	25	50	
Nitritos	mg/L NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	-	0,1	
Amonio	mg/L NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0,05	0,5	

## CARACTERES MICROBIOLÓXICOS

Parámetros	Expresión dos resultados	Nivel guía	Concentración máxima admisible	Observacións
Coliformes fecais	Número de colonias en 100 ml	0	0	
Coliformes totais	Número de colonias en 100 ml	0	0	

## 2.- OBXECTIVOS

1º.- Analiza-los parámetros de potabilidade acordados co Concello de Santiago de Compostela segundo o REAL DECRETO 1138/1990.

2º.- Avaliación dos parámetros de potabilidade.

3º.- Realización dunha base de datos que recolla a localización e os parámetros físico-químicos e biolóxicos que determinan a potabilidade das augas das fontes.

4º.- Facer unha análise comparativa entre os datos obtidos das fontes en distintos períodos de tempo.

## **3.- MATERIAL E MÉTODOS**

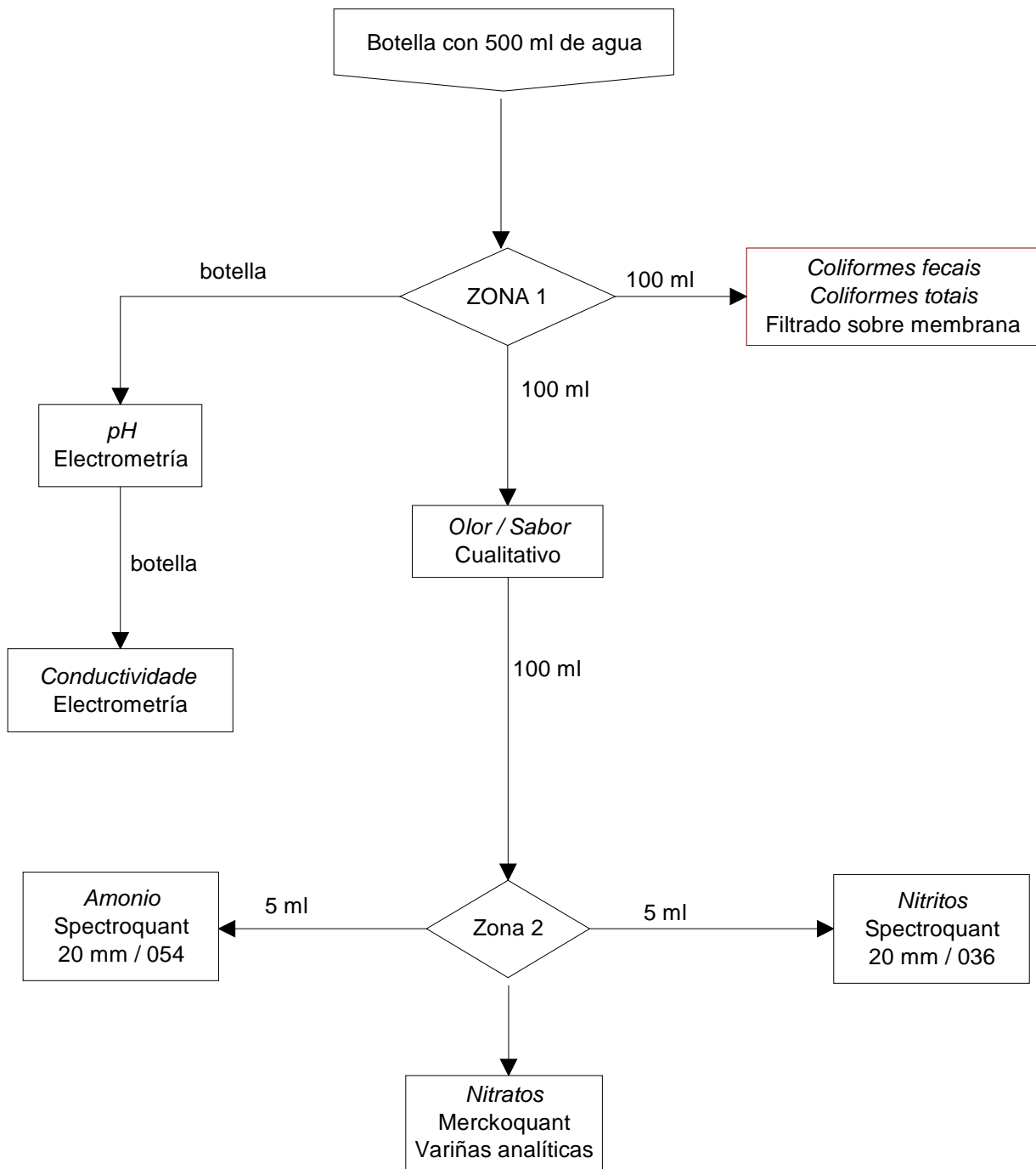
### **Material:**

- ✓ Erlenmeyer.
- ✓ Pipetas de 5 ml y 10 ml .
- ✓ pHmetro BASIC 20 CRISON.
- ✓ Conductímetro BASIC 20 CRISON
- ✓ Espectrofotómetro de Merck NOVA 60
- ✓ Cubetas de 20 mm Photometer SQ
- ✓ Spectroquant - Test de Amonio MERCK
- ✓ Spectroquant - Test de Nitritos MERCK
- ✓ Merckoquant - Test de Nitratos MERCK
- ✓ Gelosa de endo en placas Petri COLI ID
- ✓ Gélosa/agar Biomérieux S.A.
- ✓ Pinzas.
- ✓ Tixeiras.
- ✓ Etanol 96°.
- ✓ Mecheros Labogas C.
- ✓ Estufas de cultivo.
- ✓ Autoclave.
- ✓ Membranas EZ-Pak Millipore.
- ✓ Sistema de filtración Millipore.

## Métodos:

Para o control analítico da potabilidade das augas o Real Decreto 1138/1990 establece unha serie de análise-tipo que se deben realizar. O análise inicial consistirá na determinación dos parámetros de análise-tipo normal, ademais dos parámetros que a Administración Sanitaria competente estime en cada caso. Posteriormente á valoración da potabilidade da auga dunha fonte pública no conectada hidráulicamente ó sistema de abastecemento público de auga potable realizarase mediante a determinación dos caracteres correspondentes ó análise-tipo mínimo. O número de análise, efectuadas sobre mostras representativas do recurso hídrico, será, como mínimo, de 4 ó ano, cun intervalo recomendado de tres meses entre as tomas de mostras sucesivas.

### SECUENCIA DAS ANÁLISES MÍNIMAS



## MÉTODOS EMPREGADOS NAS ANÁLISES

PARÁMETROS	MÉTODO OFICIAL	MÉTODO EMPREGADO
<b>OLOR E SABOR</b>	Análise cualitativa	Análise cualitativa
<b>CONDUCTIVIDADE</b>	Electrometría	Electrometría
<b>pH</b>	Electrometría	Electrometría
<b>NITRATOS</b>	Espectrofotometría de absorción	Variñas analíticas
<b>NITRITOS</b>	Espectrofotometría de absorción	Spectroquant - MERCK. Método 036 Cubeta 20 mm. Intervalo 0,03 – 1.60 mg/L de NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>
<b>AMONIO</b>	Espectrofotometría de absorción	Spectroquant – MERCK Método 054 Cúbeta 20 mm. Intervalo 0,04 – 1,90 mg/L de NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
<b>COLIFORMES TOTALES</b>	Fermentación en tubos múltiples. Traslado dos tubos positivos en medio de confirmación. Reconto segundo a cantidade máis probable (NMP), ou filtrado sobre membrana e cultivo en gelosa de endo, caldo de teepol ó 0,4 %, traslado e identificación das colonias sospeitosas.  Temperatura de incubación 37 °C.	Filtrado sobre membrana e cultivo en gelosa de endo en placas Petri COLI ID Gelosa/agar Biomérieux S.A.  Temperatura de incubación 37 °C.
<b>COLIFORMES FECALES</b>	Fermentación en tubos múltiples. Traslado dos tubos positivos en medio de confirmación. Reconto segundo a cantidade máis probable (NMP), ou filtrado sobre membrana e cultivo en gelosa de endo, caldo de teepol ó 0,4 %, traslado e identificación das colonias sospeitosas.  Temperatura de incubación 44 °C.	Filtrado sobre membrana e cultivo en gelosa de endo en placas Petri COLI ID Gelosa/agar Biomérieux S.A.  Temperatura de incubación 37 °C.

## Comentarios ós métodos empregados:

**Olor / Sabor:** Só indica a aparición dalgún olor non agradable na auga da botella.

**Conductividade:** O axuste no ten ningún problema para o alumnado, é conveniente que teñan diante as instrucións de funcionamento. O electrodo é moi fráxil e non deben golpealo contra o recipiente.

**pH:** Igual conductividade.

**Nitratos:** Empezamos a realizar este método por espectrofotometría de absorción con Spectroquant – Merck, deixámolo debido a utilización como reactivo do ácido sulfúrico, perigoso para alumnos/as deste nivel. Como os nitratos é un parámetro que no se recolle nas análises mínimas, cambiamos a metodoloxía por outra non perigosa como é a utilización de variñas analíticas que nos da unha precisión suficiente.

**Nitritos:** O maior problema que nos provocou este método debeuse a incorrecta limpeza do material de vidro por parte do alumnado. Nos tubos incorrectamente lavados obsérvamos un incremento da cor das reaccións, sobre todo se os tubos de ensaio foron utilizados noutro tipo de prácticas. Decidimos utilizar material de vidro específico para estas análises.

A utilización correcta do espectrofotómetro requiriu, máis cun amplo período de tempo, unha explicación e un protocolo moi claro para que os/as alumnos/as no tiveran ningún erro, ademais dunha vixilancia moi especial. Especial importancia ten a total ausencia de humidade no oco onde se sitúa a cubeta coa sustancia a analizar.

**Amonio:** Igual nitritos.

**Coliformes fecais e totais:** Só require un coñecemento claro do protocolo e unhas medidas asépticas durante todo o procedemento.

## 4.- BIBLIOGRAFÍA

BAHILLO, L.; GÓMEZ-SEGADE, P; ROMERO, E.; MENDOZA, J.; POUSA, J. & TOJO, M.C. (2000). *Análise inicial da potabilidade das augas das fontes e lavadoiros de Santiago de Compostela*. ENCIGA: ano XIII, nº 44, pp.109-114.

FERNÁNDEZ, A. (1993). *As Fontes de Santiago de Compostela*. Ed. por Abel Fernández Otero.

GÓMEZ-SEGADE, P; MENDOZA, J.; ROMERO, E.; BAHILLO, L.; TOJO, M.C. & MAYO, J. (1999). *A potabilidade da auga das fontes de Santiago de Compostela*. ENCIGA: ano XII, nº 40, pp.103-110.

MILLIPORE (2000). *Análisis microbiológico*. RAIZ, Técnicas Gráficas S.L. (Madrid, España)

MÍGUEZ, B.; MELGAR, M. J. & GARCÍA, M. Á. (1996). *Fuentes de Lugo, Estudio de parámetros físicos y químicos que tienen incidencia en la valoración toxicológica del agua de consumo*. Servicio de Publicaciones, Diputación Provincial de Lugo.

REAL DECRETO 1138/1990, de 14 de setembro, publicado no BOE de 20 de setembro de 1990, por el que se aprueba la Reglamentación Técnico-Sanitaria para el abastecimiento y control de la calidad de las aguas potables de consumo público.

RODIER, J (1990). *Análisis de las aguas*. Ediciones Omega S.A., Barcelona.

TOJO, J.A. (1998). *Agua y saneamiento en Santiago de Compostela, Diez Siglos de Historia*. Aquagest, S.A.