

Qualidade da água da nascente de Anços (Serra de Sicó) com o uso de fitoperifiton

Reboleira¹, A.S.

¹Departamento de Biologia, Universidade de Aveiro

¹sofia@myspeleo.com

Resumo:

O estudo diatomológico da nascente do Rio Anços (Serra de Sicó), foi efectuado sazonalmente, entre o Verão de 2002 e o Outono de 2004. Escolheu-se uma estação de colheita, na parede da nascente exposta à água que provém do interior do Maciço. Com o intuito de monitorizar a qualidade da água, foram recolhidas diatomáceas perifíticas. Condutividade, pH, temperatura e oxigénio dissolvido foram medidos na estação em cada colheita efectuada. Vinte e sete espécies, distribuídas por dezasseis géneros foram observados. *Cocconeis placentula* Ehrenberg var. *lineata* (Herenberg) Van Heurck foi a espécie dominante, seguida de *Navicula minima* Grunow, *N. cryptotenella* Lange-Bertalot, *Gomphonema clavatum* Ehrenberg, *Amphora pediculus* (Kützinger) Grunow, *Nitzschia amphibia* Grunow e *N. linearis* (Agardh) Smith. A diversificada e abundante população bacteriológica observada nas primeiras amostras vivas foi estudada no ano 2004, revelando a presença de Coliformes e *Streptococcus* fecais e *Clostridium* sulfito redutores acima de qualquer valor máximo permitido por Lei para o consumo humano. Os resultados confirmam a presença de contínua e persistente contaminação, ao longo do ano, no nível freático, inviabilizando o consumo humano da água.

Palavras-chave: Diatomáceas, Fitoperifiton, Qualidade da água subterrânea, Nascente do Rio Anços (Serra de Sicó).

1. Introdução:

Os maciços cársicos são importantes reservatórios de água. As águas superficiais rapidamente se infiltram por um complexo sistema de fissuras, lixiviando para o nível freático substâncias e microorganismos.

O rio Anços nasce do interior do maciço de Sicó numa zona marginal. Trata-se de uma nascente valclosiana, no sector setentrional da orla mesoceno-zóica ocidental portuguesa (Cunha, 2003). Com um débito anual estimado em 50 Mm³, esta é uma das mais importantes nascentes para o funcionamento hidrológico dos calcários do Dogger neste maciço (Cunha, 1990).

Nascente do Rio Anços



O recurso ao estudo de microalgas para avaliação da qualidade de águas superficiais é cada vez mais utilizado, com especial incidência nas diatomáceas (Bacillariophyceae), que constituem a maior parte do fitoperifiton. Estes organismos unicelulares fotossintéticos têm uma parede celular de sílica chamada frústula, que exhibe uma morfologia diferente para cada espécie, permitindo a sua identificação.

O uso destes organismos na monitorização de rios é justificado por algumas das suas características. Sendo produtores primários, são afectados pelos parâmetros físico-químicos da água onde ocorrem, e as suas elevadas e rápidas taxas de reprodução tornam-nos aptos para a avaliação do impacto, num curto espaço de tempo. As diatomáceas são sensíveis às alterações do meio permitindo a obtenção de informação sobre a qualidade da água dos locais onde são colhidas. Conhecendo a autoecologia das espécies, é possível caracterizar os locais quanto à qualidade da água. No caso das amostras serem colhidas na zona da nascente exposta, directamente, à água que provém do seu interior, a flora diatomológica reflectirá as características da água subterrânea.

Embora, uma mesma espécie exiba preferências ecológicas semelhantes em diferentes partes do mundo, urge a necessidade de caracterizar essas preferências regionalmente, ajustando-as, de forma a traduzirem realisticamente, a qualidade da água do local (Almeida et al. 1999). O estudo diatomológico de nascentes cársicas é reduzido. Um trabalho realizado em 1990 por Sabater & Roca sobre os factores que influenciam a distribuição das diatomáceas em 38 nascentes dos Pirineus, apresenta algumas nascentes cársicas com características semelhantes à do rio Anços em termos de condutividade e pH, verificando a ocorrência de algumas espécies comuns, como a *Navicula cryptotenella* Lange-Bertalot. Contudo, em nenhuma das 38 nascentes verifica a presença da espécie dominante.

Algumas diatomáceas exibem alta tolerância a parâmetros ambientais e ocorrem em diferentes meios, outras demonstram preferências evidentes. Num estudo recente realizado no centro de Portugal foram determinados grupos de diatomáceas com base nas suas preferências relativamente à condutividade e pH (Almeida & Gil, 2001).

Nascentes são, regra geral, locais estáveis, o que se traduz numa flora diatomológica pouco variável ao longo do ano (Sherwood & Sheath 1999). A corrente constante remove os produtos do metabolismo, fazendo com que as comunidades que aí habitam estejam sempre expostas às mesmas condições, ao longo do ano.

Estes princípios foram utilizados para avaliar a qualidade da água subterrânea colhendo diatomáceas perifíticas nas paredes da nascente do rio Anços e analisando bacteriologicamente a água nos parâmetros exigidos por Lei, para o consumo humano.

2. Material e Métodos

Foram colhidas amostras de fitoperifiton, medidos os parâmetros físico-químicos e recolhida água para análise bacteriológica. As colheitas foram efectuadas no local mais próximo da abertura da nascente de forma a colher as espécies que crescem sob a influência directa da água que provém de profundidade.

2.1. Locais de amostragem

Foi escolhida uma estação para colheita na nascente do Rio Anços, situada na zona marginal oeste da Serra de Sicó, na parte esquerda da abertura da nascente, que recebe a água subterrânea, praticamente, inalterada (Figura 1).



Figura 1 - Nascente do rio Anços, Carta Militar de Portugal 262, IGE 2003.

2.2. Parâmetros ambientais

Temperatura da água, condutividade, pH e oxigénio dissolvido na água foram medidos em simultâneo no local das colheitas de perifiton com o medidor portátil WTW MultiLine P4.

2.3. Amostras Biológicas

2.3.1. Perifiton

Amostras epifíticas foram retiradas por espremedura dos briófitos que se encontravam submersos na parede da nascente de acordo com Kelly et al. 1998, e preservadas com soluto de Lugol.

Para o estudo diatomológico foram efectuadas preparações definitivas montadas com Naphrax®, após oxidação com ácido nítrico forte e dicromato de potássio, e lavagem com água destilada (Kelly et al, 1998).

Foram identificadas no microscópio óptico de fundo claro Olympus CX 31 e quando necessário, fez-se recurso a microscopia electrónica de varrimento JEOL JSM-6301. Foram contadas no mínimo 400 valvas em cada preparação, e utilizaram-se várias floras no estudo taxonómico (Germain, 1981; Krammer & Lange-Bertalot, 1986-1991, Lange-Bertalot, 2001).

2.3.1. Análise Bacteriológica

Foi recolhido cerca de meio litro de água num recipiente de vidro esterilizado e autoclavado na saída da nascente, no local de colheita do perifiton.

Para a contagem do número de colónias, semeou-se 1 mL de amostra numa placa de petri com gelose triptonagar a 37°C e outra a 22°C.

Para a contagem das bactérias, utilizaram-se 10 mL de amostra para cada tipo. Este volume foi filtrado numa membrana, seguido da incubação da mesma de acordo com a DIRECTIVA 98/83/CE. Os coliformes totais cresceram em caldo Mackonkey (dupla força) a 37°C, os fecais em meio verde brilhante a 44°C, os *Streptococcus* fecais em caldo Azide dextrose a 37°C e os *Clostridium* em meio Viande Fois a 37°C.

2.4. Análise estatística

Os índices ecológicos foram calculados pelo programa OMNIDIA® a partir dos dados de abundância e diversidade das espécies.

3. Resultados

3.1 Parâmetros ambientais

Valores máximos e mínimos da Temperatura da água, do oxigénio dissolvido, do pH e da condutividade, estão sumariados na Tabela 1.

Os parâmetros apresentaram-se, sazonalmente constantes. Durante todo o período de amostragem a temperatura da água é de cerca 16°C, o pH é, praticamente, neutro, a variar entre 6.8 e 7.2. A percentagem de oxigénio dissolvido variou entre 86.1 e 95.9 % e a condutividade entre 497 e 540 µS/cm.

Tabela 1 – Parâmetros ambientais, valores máximos e mínimos, registados durante o período de amostragem.

Temperatura da água (°C)	15.8 – 16.4
pH	6.8 – 7.2
Oxigénio dissolvido (mg/L)	86.1 – 95.9 % 8.5 – 9.5
Condutividade (µS/cm)	497 – 540

3.2. Composição do perifiton

A flora epilítica é dominada por diatomáceas, mostrando diferenças na diversidade e abundância. Vinte e sete espécies, distribuídas por dezasseis géneros foram observados nas amostras proveniente das paredes da nascente. As espécies e suas abundâncias relativas estão apresentadas na Tabela 2.

Cocconeis placentula Ehrenberg var. *lineata* (Herenberg) Van Heurck é sempre o mais abundante, seguida da *Navicula minima* Grunow, *N. cryptotenella* Lange-Bertalot, *Gomphonema clavatum* Ehrenberg, *Amphora pediculus* (Kützing) Grunow *Nitzschia amphibia* Grunow e *N. linearis* (Agardh) Smith.

Detectaram-se formas teratogénicas, especialmente, na espécie mais abundante, durante o Verão.

Tabela 2 – Abundância dos taxa encontrados no local, em percentagem.

Taxa / Data	Verão 2002	Inverno 2003	Primavera 2004	Outono 2004
<i>Achnanthes lanceolata</i> (Brébisson) Grunow				0,5
<i>Achnanthes minutissima</i> Kutzing	0,4	0,6		
<i>Achnanthes rupestroides</i> Hohn	9,2			
<i>Amphora pediculus</i> (Kützing) Grunow	1,1			4,5
<i>Aulacoseira ambigua</i> (Grunow) Simonsen	0,2			
<i>Caloneis alpestris</i> (Grunow) Cleve				0,2
<i>Caloneis silicula</i> (Ehrenberg) Cleve				0,2
<i>Campylodiscus hibernicus</i> Ehrenberg	0,2			0,2
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg var. <i>lineata</i> (Herenberg) Van Heurck	79,0	94,6	95,8	87,1
<i>Diadesmis contenta</i> (Grunow ex V.Heurck) Mann	0,2			1
<i>Epithemia adnata</i> (Kützing) Brébisson	0,4			
<i>Fragilaria pinnata</i> Ehrenberg		0,2		
<i>Fragilaria ulna</i> (Nitzsch.) Lange-Bertalot			0,2	
<i>Gomphonema clavatum</i> Ehrenberg	0,2		0,7	0,5
<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehrenberg) Grunow	0,2			
<i>Luticola mutica</i> (Kützing) Mann	0,2			
<i>Navicula cryptocephala</i> Kutzing			0,4	
<i>Navicula cryptotenella</i> Lange-Bertalot	3,1	3,9	2,2	1
<i>Navicula minima</i> Grunow	2,3	0,6		2,4
<i>Navicula schroeteri</i> Meister var. <i>symmetrica</i> (Patrick) Lange-Bertalot		0,2		
<i>Navicula tripunctata</i> (O.F.M.) Bory	1,3		0,4	
<i>Navicula viridula</i> (Kützing) Ehrenberg var. <i>rostellata</i> (Kützing) Cleve				0,5
<i>Nitzschia amphibia</i> Grunow	1,1			1,2
<i>Nitzschia clausii</i> Hantzsch	0,2			
<i>Nitzschia linearis</i> (Agardh) Smith	0,7	0,2	0,6	1
<i>Pinnularia microstauron</i> Ehrenberg	0,2			
<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehrenberg) Muller	0,2			

3.3. Análise bacteriológica

A diversificada e abundante população bacteriológica observada ao microscópio óptico nas primeiras colheitas foi analisada no ano de 2004 (Tabela 3). Verificou-se a presença de Coliformes e *Streptococcus* fecais e *Clostridium* sulfito redutores, acima de qualquer valor permitido por Lei para consumo humano.

Tabela 3 – Resultado da análise bacteriológica da água durante o ano de 2004

Data	Nº Colónias/mL (37°C)	Nº Colónias/mL (22°C)	Nº Coliformes totais	Nº Coliformes fecais	Nº <i>Streptococcus</i> fecais	Nº <i>Clostridium</i> Sulfito redutores
Primavera	121	215	>16	>16	>2	6
Verão	130	104	>16	16	0	50
Outono	500	420	16	9	>2	10

4. Discussão

Temperatura da água, condutividade, pH e oxigénio dissolvido, mantiveram-se praticamente constantes ao longo do período de amostragem, demonstrando que esta nascente é um local estável (Sherwood & Sheath, 1999), o que se refletiu na baixa diversidade diatomológica observada a longo do período de amostragem. A maior variação observada é relativa ao caudal debitado pela nascente, que em Invernos chuvosos é muito elevado e em Verões secos é reduzido.

Cocconeis placentula var. *lineata*, esteve sempre presente e foi a mais abundante em todas as colheitas. A sua morfologia permite-lhe uma melhor fixação à superfície dos musgos, dificultando a sua remoção com a forte corrente que se faz sentir em alturas de grande pluviosidade.

A presença de formas teratogénicas na espécie mais abundante permite supor a presença de contaminantes ambientais.

De acordo com Almeida e Gil, 2001 as espécies *Amphora pediculus* (Kützing) Grunow *Nitzschia amphibia* Grunow e *N. linearis* (Agardh) Smith, que ocorrem nesta nascente situam-se dentro do valor de tolerância de condutividade e pH observado para estas espécies no centro do país. Durante os Verões, o caudal debitado pela nascente é reduzido, permitindo a formação de uma pequena represa, daí a ocorrência da espécie planctónica *Aulacoseira ambigua* (Grunow) Simonsen.

Os índices ecológicos (Van Dam 1994, Hofmann 1994 e Lange-Bertalot 1979) dão o mesmo valor para todas as amostragens, evidenciando a constância das condições na nascente. O índice Van Dam 1994 caracteriza o local, como alcalinófilo, ou seja, a maior parte das espécies ocorrem em pH superior a 7, caracteriza-o como um local de água doce, com tendência a condutividade elevada e necessidades moderadas de Oxigénio. Num sistema de saprobiontes, os índices (Van Dam 1994 e Hofmann 1994) são unânimes em caracterizar este local como β -mesosapróbico, o que indica a presença moderada de matéria orgânica.

A contaminação bacteriológica excede os valores máximos admitidos, para água de consumo humano. De acordo com o Decreto-Lei 236/98 de 1 de Agosto o valor máximo recomendado para o número de colónias a 37°C é inferior a 10 inclusivé, e os valores obtidos foram sempre superiores a 100, atingindo as 500 colónias. Para colónias a 22°C, o valor máximo é inferior a 100 colónias inclusivé, verificando-se sempre valores superiores nas amostragens, chegando a atingir as 420 colónias após um período de pluviosidade. Para as restantes bactérias identificadas o valor admissível de presença na água, por Lei para o consumo humano é inferior a 1. Este valor é sempre ultrapassado, excepto na colheita de Inverno, em que não se verificou a presença de *Streptococcus fecalis*. Os Coliformes fecais e totais mantêm praticamente constantes, cerca de 16. Os *Clostridium* sulfito redutores chegam a atingir valores de 50 células.

A contaminação bacteriana aumenta com a pluviosidade, o que se deve, provavelmente, ao facto das bactérias que se encontram na superfície serem lixiviadas para zonas mais profundas quando a água se infiltra nos calcários, contaminando o nível freático. Esta contaminação é resultado da pressão humana no Maciço.

5. Conclusões

Como é característico de nascentes, os parâmetros ambientais são, aproximadamente, constantes ao longo de todo o período de amostragem, o que confere às comunidades diatomológicas uma estabilidade sazonal que se reflete na baixa variabilidade do perifiton. A espécie *Cocconeis placentula* Ehrenberg var. *lineata* (Ehrenberg) Van Heurck é sempre dominante, seguida de *Navicula cryptotenella* Lange-Bertalot e *Nitzschia linearis* (Agardh) Smith, cuja presença se verificou em todas as amostragens.

Os índices ecológicos, obtidos pelo programa OMNIDIA[®], através dos dados de abundância e diversidade diatomológica, revelam o mesmo valor para todas as amostragens e caracterizam-no como β -mesosapróbico.

As águas subterrâneas que se encontram armazenadas no aquífero do Maciço de Sicó e drenam naquela nascente encontram-se bacteriologicamente impróprias, representando um perigo para a saúde pública. De acordo com o Decreto-Lei 236/98 de 1 de Agosto, aquelas águas subterrâneas são classificadas como bacteriologicamente impróprias para o consumo humano. Ao contrário do que, aparentemente, indica a transparência da água na nascente do rio Anços, os resultados confirmam a existência de elevada e persistente contaminação ao longo do ano.

6. Referências bibliográficas

- Almeida, S.F.P. 1998. Utilização das diatomáceas na avaliação da qualidade das águas doces. Dissertação de Doutoramento. Universidade de Aveiro, Aveiro. 524 pp.
- Almeida, S.F.P. & Gil, M.C.P.. 2001. Ecology of freshwater diatoms from the central region of Portugal. *Cryptogamie Algol.*, 22 (1): 109-126.
- Almeida, S.F.P., Pereira, M.J., Gil M.C. & Rino, J.M.. 1999. Freshwater algae in Portugal and their use for environmental monitoring. In Prygiel, J., Whitton, B.A., Bukowska (eds) *Use of Algae for Monitoring Rivers III*, p. 10-16.
- Descy, J.-P.. 1980. Utilisation des algues benthiques comme indicateurs biologiques de la qualité des eaux courantes. In *La pollution des eaux continentales. Indices sur les biocénoses aquatiques*. 2° ed.. Gauthier-Villars, P. P. (ed.). Paris. 169-194.
- Carta Militar de Portugal nº 262 (Redinha (Pombal)). 2003. Instituto Geográfico do Exército. Escala 1: 25 000.
- Cunha, L. 1990. As Serras Calcárias de Condeixa-Sicó-Alvaiázere. Estudo de Geomorfologia. Geografia Física – 1. Instituto Nacional de Investigação Científica. Coimbra. 329 pp.
- Cunha, L. 2003. Estudos de Geomorfologia Cársica em Portugal. Um ponto de situação relativo aos maciços do sector setentrional da orla mesoceno-zóica ocidental portuguesa (Outil, Boa Viagem e Sicó). Livro de Actas IV Congresso Nacional de Espeleologia. Leiria. 25-31.
- DIRECTIVA 98/83/CE de 3 de Novembro de 1998. Jornal Oficial das Comunidades Europeias.
- Germain, H.. 1981. Flore des diatomées. Diatomophycées eaux douces et saumâtres du Massif Armoricaín et des contrées voisines d'Europe occidentale. Société Nouvelle des Éditions Boubée, Paris. 444 pp.
- Gil, M. C.. 1988. Estudo ecológico das diatomáceas dos rios Águeda, Agadão e Alfusqueiro. Dissertação de Doutoramento. Universidade de Aveiro, Aveiro. 389 pp.
- Kelly, M.G.. 2002. Role of benthic diatoms in the implementation of the North Wastewater Treatment Directive in the River Wear, North-East England. *Journal of Applied Phycology*, 14: 9-18.
- Kelly, M. G., Cazaubon, A., Coring, E., Dell'Uomo, A., Ector, L., Goldsmith, B., Guasch, H., Hürlimann, J., Jarlman, A., Kawecka, B., Kwandrans, J., Laugaste, R., Lindstrøm, E.-A., Leitão, M., Marvan, P., Padisák, J., Pipp, E., Pryegiel, J., Rott, E., Sabater, S., van Dam, H. & Vizinnet, J.. 1998. Recommendations for the routine sampling of diatoms for water quality assessments in Europe. *Journal of Applied Phycology*, 12: 215-224.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H.. 1986-1991. Bacillariophyceae. 2/1-4. In *Susswasser Flora von Mitteleuropa*. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. 876 pp.; 596 pp.; 577 pp.; 437 pp.
- Lange-Bertalot, H. 2001. Diatoms of Europa. Vol. 2. *Navicula sensu stricto*, 10 Genera Separated from *Navicula sensu lato* Frustulia. A.R.G. Gantner Verlag K.G., Ruggell, Liechtenstein. 526 pp.
- OMNIDIA® 4: Software for taxonomy, calculation of diatom indices and inventories management. Agence de l'Eau Artois-Picardie, Cemagref.
- Prygiel, J. & Coste, M.. 1993. The assesement of water quality in the Artois-Picardie water basin (France) by the use of diatom indices. *Hydrobiologia*, 269/270, 343-349.
- Prygiel, J. & Coste, M.. 2000. Guide Méthodologique pour la mise en oeuvre de l'Indice Biologique Diatomée. NF T 90-354. 134 + 89 Est.
- Reavie, J. & Smol, J.P.. 1998. Epilithic diatoms of the St. Lawrence river and their relationships to water quality. *Canadian Journal of Botany*, 76: 251-257.
- Sabater, S. & Roca, J.R.. 1990. Some factors affecting distribution of diatoms assemblages in Pyrenean springs. *Freshwater Biology*, 24: 493-507.
- Sherwood, A.R. & Sheath, R.G.. 1999. Seasonality of macroalgae and epilithic diatoms in spring-fed streams in Texas, USA. *Hydrobiologia*, 390: 73-82.
- Sládecek, V.. 1973. System of Water Quality from the Biological Point of View. *Ergebnisse der Limnologie*, heft 7. Archiv fur Hydrobiologie, 7: 1-220.
- Sournia, A. (ed.) 1978. *Phytoplankton Manual*. UNESCO. Paris. 337 pp.
- Whitton, B.A. & Rott, E.. (1996). Use of Algae for Monitoring Rivers II. In: *Proceedings of an International Symposium*. Ed. Studia Student. GmbH., Innsbruck, Austria. 17-19 Sept. 95: 196 pp.
- Winter, J.G. & Duthie, H.C.. 2000. Stream epilithic, epipelic and epiphytic diatoms: habitat fidelity and use in biomonitoring. *Aquatic Ecology*, 34: 345-353.