

TECNOLOGIAS DE FIBRA ÓPTICA NA MONITORIZAÇÃO AMBIENTAL

António Lobo

MultiWave Networks Portugal Lda., R. Eng. Frederico Ulrich 2650, 4470-605
Moreira da Maia, Portugal
Telef.: 229408260, Fax: 229408261, e-mail: alobo@multiwavenetworks.com

A capacidade limitada da Terra para fazer face as agressões extremas do Homem sobre o ambiente, tem nos últimos anos, recebido uma atenção crescente em actividades de I&D com grande ênfase para as tecnologias de monitorização e controlo ambiental. O esforço envolvido na instalação de equipamento de medida não é meramente conduzido pela necessidade de proteger o Homem e o Ambiente, mas porque se tornou uma preocupação político-económica de governos e empresas, devido ao aumento do número e custo das intervenções necessárias para responder as alterações ambientais e riscos de poluição. Neste sentido, uma particular atenção deve ser colocada nos ambientes mais frágeis e mutáveis que estão, em geral, sujeitos a considerável excessos de acção do Homem. Entre estes, a monitorização e consequente análise ambiental de estuários, lagos e zonas costeiras são de enorme importância.

Estes ecossistemas possuem características especiais, já que são locais onde a água salgada proveniente da propagação da corrente oceânica converge com a água doce da entrada dos rios. A variação temporal destes fluxos de água em conjunto com as características geométricas destas zonas e com as diferentes condições meteorológicas, determina a mistura entre a água salgada e doce [1]. Os gradientes de temperatura e salinidade estabelecidos, bem como o fluxo das águas salgada e doce tem uma influencia decisiva na circulação de água e na evolução das diferentes espécies animal e vegetal dos habitats costeiros, que fornecem um dos mais variados e instáveis ambientes na Terra. O conhecimento sobre as variações temporais e de perfis espaciais da temperatura e de outros parâmetros, são essenciais no desenvolvimento de estudos em diferentes áreas científicas (física, biologia, química, ciências do ambiente, etc.).

A tecnologia de sensores de fibra óptica, resultante inicialmente de um "spin-off" proveniente da área das telecomunicações ópticas, tem amadurecido nos últimos vinte anos, sendo hoje em dia uma tecnologia nova e bem estabelecida no campo da monitorização [2]. No entanto, a utilização de sensores baseados nesta tecnologia para aplicações ambientais, tem sido até agora algo limitada [3,4]. Apesar disso, estes apresentam vantagens únicas sobre a instrumentação convencional, nomeadamente:

- Baixa atenuação das fibras ópticas (0.2 dB/km), o que permite análise remota a grandes distancias (dezenas ou centenas de quilómetros).
- Capacidade para realizar medições distribuídas, igualmente a grandes distancias.
- Facilidade de integração nos sistemas de telecomunicação por fibra óptica.
- São electricamente passivos, imunes a interferências electromagnéticas, imunes a danificação por descarga eléctrica.
- Dimensões e peso reduzidos (mesmo quando incorporados em cabos) o que possibilita a miniaturização dos sensores.
- Excelente resistência das fibras ópticas a corrosão por água salgada.
- A unidade de controlo e processamento pode estar localizada remotamente da zona de monitorização.

De uma maneira geral, o princípio físico do sensor de fibra óptica é baseado na modulação da radiação que se propaga nesta através da alteração das suas propriedades ópticas (intensidade, polarização, fase, comprimento de onda) pelo parâmetro físico a medir e numa dada região espacial bem definida. Esta ultima característica, pode em alguns casos práticos ser bastante limitativa, por exemplo, se pretendemos medir a temperatura simultaneamente em múltiplas localizações e ao longo de todo o comprimento total da fibra. O processo físico que permite esta capacidade de monitorização distribuída na fibra óptica, é baseado no espalhamento da radiação que surge a partir de variações microscópicas na densidade do material, de flutuações na composição deste, assim como de não-homogeneidades estruturais (defeitos) da fibra [2]. Estes factores originam variações no índice de refração do vidro as

quais ocorrem em escalas espaciais pequenas quando comparadas com o comprimento de onda da radiação. Estas variações do índice de refração do vidro da fibra dão origem ao espalhamento da radiação do tipo Rayleigh. O espalhamento de Rayleigh no vidro da fibra óptica é o mesmo fenómeno que espalha (distribui) a luz proveniente do sol pela atmosfera, dando origem a perdas de potência óptica. Existem ainda outros dois efeitos de espalhamento ditos não-lineares (espalhamentos Raman e Brillouin) que permitem medição distribuída e simultânea de temperatura e deformação, e que actualmente são alvo de grande pesquisa e desenvolvimento [3].

Um exemplo prático bastante interessante e que se insere neste contexto, é o obtido por um grupo de I&D suíço[5], que conseguiu medir a temperatura distribuída num cabo de telecomunicações por fibra óptica instalado no fundo do lago de Genebra com uma profundidade máxima de ≈ 70 m. A fig.1, mostra-nos um a medição da temperatura efectuada em toda a extensão de ≈ 5 km do cabo de fibra óptica. Foram ainda obtidas medições da temperatura em função da profundidade do lago e da estação sazonal do ano. A monitorização destes ciclos de temperatura do lago são de primordial importância para a vida animal e vegetal do habitat. O gráfico da fig.1 foi obtido no final do Outono, e representa praticamente a topografia da profundidade do lago.

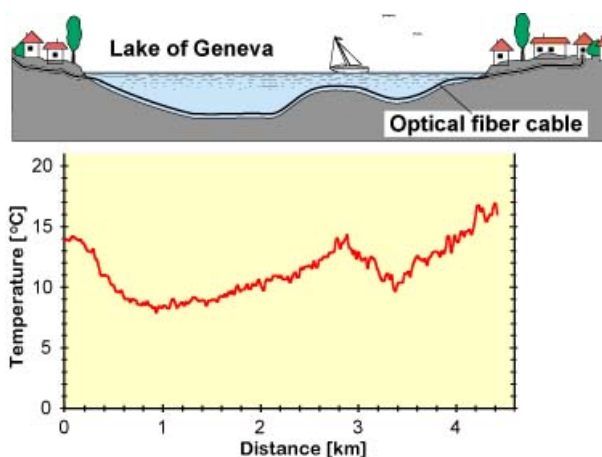


Fig. 1- Medição distribuída do perfil de temperatura utilizando um cabo de fibra óptica submerso no lago de Genebra [4].

Um segundo exemplo deste tipo de aplicação na área do ambiente, foi efectuada por um grupo de I&D de uma universidade alemã em colaboração com a empresa de sensores de fibra óptica GESO^[5]. Diversos cabos de fibra óptica suspensos por bóias colocadas ao longo do lago Hufeneisen na Alemanha, possibilitam a medição do perfil de temperatura em função da profundidade em dois meses do ano. Como se pode verificar, durante o Verão a distribuição da temperatura na água do lago é relativamente uniforme, ao contrário do que se observa no Inverno.

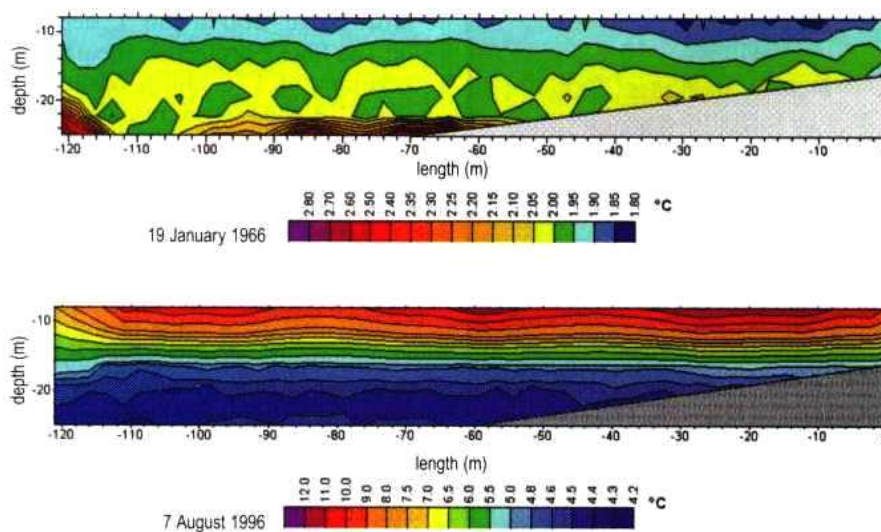


Fig. 2 - Medição distribuída do perfil de temperatura em função da profundidade no lago de Hufeneisen [5].

Um terceiro exemplo, relacionado com estudo da interacção entre lençóis de água e depósitos de lixo efectuado pelo Dept. Hidrogeologia da Universidade de Federal de Leipzig, mostra mais uma vez a aplicabilidade da utilização dos sensores distribuídos em fibra óptica. A fig.3 mostra-nos os resultados da medição da temperatura em função da profundidade para as reacções exotérmicas de pirites e compostos orgânicos de carbono com a água.

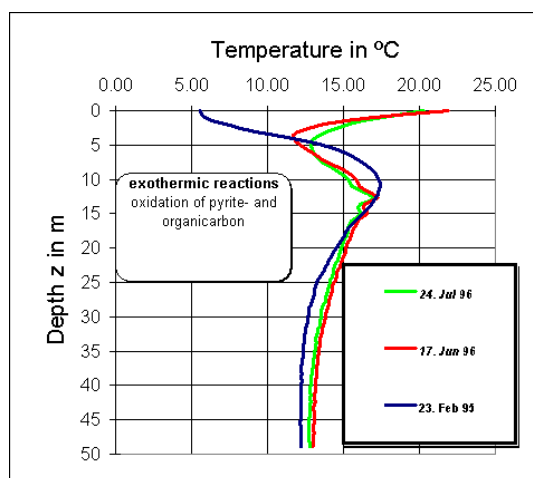


Fig. 3 - Medição distribuída do perfil de temperatura em função da profundidade numa gruta a sul da cidade de Leipzig [6].

Estes são apenas alguns exemplos de aplicação da tecnologia de sensores de fibra óptica na monitorização ambiental. No âmbito nacional, saliente-se o projecto PROTEU financiado pelo Fundação de Ciência e Tecnologia, e que envolve tecnologias de fibra óptica na monitorização de sistemas estuarinos e costeiros. A figura 4, mostra o mapa de planeamento para a instalação do cabo de fibra óptica necessário para a monitorização distribuída da temperatura ao longo do canal *Espinheiro*, da ria de Aveiro. (Mais dados sobre este projecto serão apresentados durante o seminário de "Ambiente e Saúde", UFP)

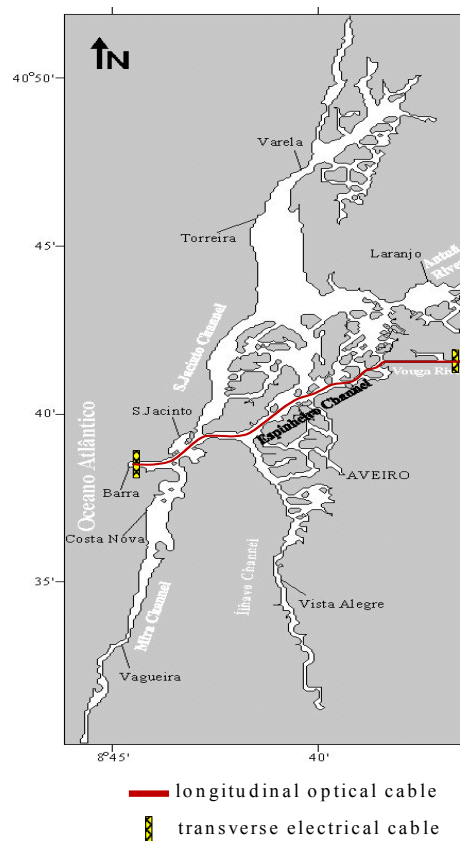


Fig. 4 – Mapa de planeamento da localização do cabo de fibra óptica para monitorização distribuída da temperatura (Projecto PROTEU) [8].

Muito há ainda por fazer a nível de investigação e desenvolvimento, sendo de prever que nos próximos anos esta tecnologia transite para o tecido industrial impulsionada pela redução de custo total do sistema, resultante de uma diminuição no preço dos componentes optoelectrónicos que a constituem. Para isso, é necessário uma colaboração multidisciplinar cada vez mais efectiva entre os vários ramos de engenharia e ciências, bem como uma participação crescente e efectiva do tecido empresarial, grande parte das vezes responsável pelos efeitos nocivos sobre o ambiente.

Referências:

- [2] B. Culshaw and J.P. Dakin,(eds.), *Optical Fiber Sensors: Applications, Analysis and Future Trends*, vol.4, Artech House Publ., Boston (1996).
- [3] J.P. Dakin, "Optical fiber sensors for the environment", in *Optoelectronics for Environmental Science*, Ed. by S. Mertellucci and A.N. Chester, Plenum Press, New York, 29-38 (1990).
- [4] A.G. Mignani, M. Brenici and A. Mencaglia, "Fiber optic sensors for environmental monitoring: An overview of technologies and materials", in NATO-ASI Course Notes (Viana do Castelo, Portugal, 1996).
- [1] K.R. Dyer, *Estuaries: A Physical Introduction*, 2nd ed., Jonh Wiley & Sons, 1997.
- [5] L. Thévenaz *et.al.*, "Monitoring of large structure using distributed Brillouin sensing", *Proc. Int. Conf. OFS'13 (Korea, 1999)*,p.345.
- [6] J. Bell, "Scattered light checks health of optical links", *Opt. & Lasers Europe*, Oct.1997, p.23.
- [7] Web site: <http://www.hdg.ufz.de>
- [8] Anexo Técnico do Projecto PROTEU, FCT-Fundação de Ciência e Tecnologia, MCT.