

M. Gabriela TC Ribeiro<sup>a</sup>, Eunice RGO Rodrigues<sup>b</sup> e Rui AS Lapa<sup>b\*</sup>

<sup>a</sup> REQUIMTE, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Rua do Campo Alegre 687, 4169-007 Porto, Portugal

<sup>b</sup> REQUIMTE, Serviço de Química-Física, Faculdade de Farmácia da Universidade do Porto, Rua Aníbal Cunha 164, 4099-030 Porto, Portugal

\* ruilapa@ff.up.pt

## Introdução

A experimentação remota é uma das áreas que tem sido beneficiada com a evolução das redes de comunicação, permitindo disponibilizar recursos formativos sem necessidade de grande investimento em materiais e equipamentos e, simultaneamente, constituir uma ferramenta pedagógica cativante e facilmente adaptável a diversas situações. No sentido de se disponibilizar uma ferramenta que cumprisse objectivos pedagógicos e em simultâneo aumentasse o envolvimento dos formadores, desenvolveu-se um laboratório remoto destinado à execução remota de determinações analíticas, e que simultaneamente permitisse integrar conceitos químicos e instrumentais associados à análise química.

O laboratório desenvolvido foi organizado em diferentes níveis, partindo da interligação de dispositivos de laboratório até à gestão de acesso. A estrutura lógica em que se baseou o sistema analítico remotamente operável tem como base uma estratégia de automatização laboratorial robusta, baseada no conceito de Análise por Injeção Sequencial (SIA) e concebida para a realização de um conjunto de determinações analíticas que podem ser seleccionadas, de acordo com a oportunidade e o interesse pedagógico. A gestão de acessos foi implementada de forma que o utilizador remoto calendarize as operações a realizar, permitindo-lhe controlar o sistema analítico, podendo todos os demais utilizadores acompanhar a evolução do processo.

## O Laboratório

A implementação do laboratório remoto (Fig 1) teve como principais objectivos:

- colmatar necessidades de experimentação que em muitas escolas não se torna possível efectuar, permitindo que em todas elas o ensino da química através da experimentação possa ser realizado;
- motivar os jovens para a química através de ferramentas que lhe são actualmente familiares;
- melhorar a cultura científica e tecnológica dos alunos através da curiosidade tecnológica, ultrapassando a usual utilização de laboratórios virtuais;
- ampliar a implementação do *e-learning*: ensino e aprendizagem das ciências, divulgando-a a todos os níveis de ensino;
- disponibilizar a experimentação a qualquer hora e em qualquer lugar para todos as populações etárias;

As principais vantagens do laboratório remoto são essencialmente as seguintes:

- permitir otimizar investimentos em equipamentos experimentais de elevado custo;
- ultrapassar problemas de segurança associados à utilização de substâncias e equipamentos;
- simplificar o acesso à demonstração experimental bem como aumentar a rapidez de acesso a laboratórios;
- melhorar a integração da experimentação em plataformas de *e-learning*.

Desta forma tornou-se possível implementar o controlo remoto de sistemas analíticos permitindo realizar determinações em tempo real. Nesse sentido dotou-se o laboratório de características como sejam:

- permitir realizar diferentes experiências, nomeadamente a realização de determinações analíticas com o intuito de monitorização de diversas matrizes em estudo;
- garantir, em cada experiência, que o controlo é apenas assumido por um utilizador, podendo no entanto outros utilizadores assistirem ao desenrolar da mesma;
- permitir que os dados obtidos constituem um repositório de informação que vai sendo coligida e usada em estudos comparativos futuros bem como disponibilizar a informação em hipertexto, destinada a complementar a informação química sobre a determinação;
- possibilitar aos utilizadores a utilização de qualquer sistema operativo, necessitando apenas de programa de navegação que aceda a informação em formato HTML. Alternativamente o acesso pode ser efectuado via VNC (Virtual Networking Computing).

Por outro lado importou na concepção do sistema, que a infra-estrutura estabelecida permitisse que alterações possam ser realizadas sem interrupção dos serviços.



## O sistema analítico

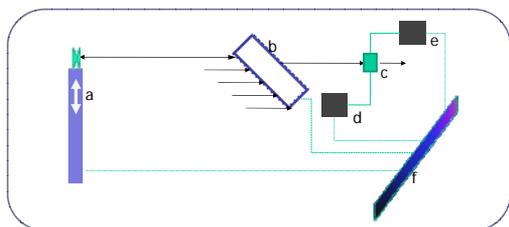


Figura 2 – Esquema do sistema analítico utilizado

a – bomba de pistão; b – Válvula multiporta; c – Célula de medida;  
 d – espectrofotómetro; e – fonte de radiação; f - controlador

Na implementação do analisador automático foi usada a bem estabelecida proposta de Ruzicka designada por análise por injeção sequencial, que se baseia na introdução sequencial de amostras e reagentes, num reactor de carga, sendo depois o seu conteúdo dirigido a um detector, após sofrer as modificações adequadas (Figura 2).

A opção por SIA advém da facilidade de instalação e controlo, possuindo ainda características de robustez e versatilidade, que levam à sua selecção em diversas situações.

Como dispositivos de controlo, utilizaram-se vulgares microcomputadores, tendo a interligação com os dispositivos sido feita através de interfaces multifunção da marca Advantech (p.e. Advantech 7411 ou similares).

A aquisição de dados e a monitorização do sistema, quando não é executado pelos próprios sistemas de detecção foi implementada através de circuitos dedicados e interligados através do interface utilizado.

Os algoritmos de controlo utilizados são suportados pela literatura científica e validados com base na execução de conjuntos de determinações realizados off-line.