

Sistema de Controlo em Tempo Real da Qualidade da Água para Consumo Humano

Oswaldo Rocha Pacheco, Luís Pedro Antunes, Rui Ferreira*

*DECQ - Serviços Municipalizados de Aveiro

*DET - Universidade de Aveiro, ** DECQ - Serviços Municipalizados de Aveiro

Resumo - Neste artigo apresentamos um sistema, que permitiu dotar a Divisão de Estudos e Controlo de Qualidade dos Serviços Municipalizados de Aveiro de uma rede de monitorização de parâmetros físicos e químicos que caracterizam sumariamente a qualidade da água captada para produção de água para consumo humano, de forma a complementar o sistema de controlo de qualidade em vigor. Pretende-se assim, com este sistema, controlar locais sensíveis da rede hídrica e parâmetros críticos nas captações de água. A informação recolhida pelo sistema é disponibilizada através da Internet e dos meios de comunicação social. Usando esta informação, pretende-se contribuir para a educação ambiental do cidadão, sensibilizando-o e estimulando-o para uma maior participação na protecção do ambiente.

O sistema a apresentar é composto por uma rede de estações remotas responsáveis pela aquisição, análise e transmissão em contínuo dos parâmetros físicos e químicos de caracterização da qualidade da água, para uma estação central de recolha e processamento de dados e de gestão da qualidade da Água. Na estação central podem-se distinguir quatro módulos distintos: Módulo de Monitorização e Controlo em tempo real; Módulo de Gestão da Qualidade; Módulo de Comunicação e Módulo de Configuração do Sistema. Neste trabalho serão ainda apresentadas as motivações de suporte das decisões tomadas quanto aos pontos de instalação das estações remotas e as áreas onde pensamos que este projecto poderá proporcionar intervenção de relevo.

I. INTRODUÇÃO

A gestão racional dos recursos hídricos obriga a uma abordagem multidisciplinar por forma a garantir a sua protecção, conservação, valorização e monitorização. Assim, a prevenção e minimização dos riscos de poluição e de degradação dos meios hídricos, pode e deve ser feita recorrendo às melhores práticas de gestão e a técnicas ambientalmente adequadas [1]. Com este projecto pretendemos produzir algumas ferramentas de suporte para a obtenção dos objectivos enunciados. O sistema consiste na instalação de uma rede de estações remotas de análise física e química em contínuo de parâmetros de qualidade da água, colocados estrategicamente de modo a

transmitir a uma estação central e posteriormente à população, informação que caracteriza sumariamente a qualidade da água captada para produção de água para consumo humano, de forma a complementar o sistema de controlo de qualidade em vigor e permitir em tempo real, a detecção e a monitorização de eventuais anomalias. A estação central tem por funções fazer a recolha dos dados, disponibilizar ferramentas de gestão da qualidade, accionar automaticamente alarmes e preparar a informação para difusão pública, via Internet e/ou pela comunicação social. A implementação deste sistema decorreu do projecto SIMOQUA (Sistema de Monitorização da Qualidade do Ambiente), foi realizado pelos Serviços Municipalizados de Aveiro e pela Universidade de Aveiro em consórcio e foi parcialmente financiada pelo programa Aveiro - Cidade Digital [2].

II. ENQUADRAMENTO

O sistema público de abastecimento de água do Município de Aveiro, tem uma extensão aproximada de 650 Km, abastecendo cerca de 70 000 habitantes e representando uma taxa de cobertura de 98%. Este sistema é constituído por 6 subsistemas, dos quais cinco se encontram interligados e é abastecido por 20 origens de água, das quais 17 são furos subterrâneos (que captam no aquífero Cretácico), uma é um aproveitamento de duas minas e as últimas derivam do fornecimento de água através da Associação de Municípios do Carvoeiro (AMC) que possui a sua captação no rio Vouga.

CAPTAÇÃO	CAUDAL MÉDIO DIÁRIO m ³ /dia
AMC	10 166
VALE DAS MAIAS	2 160
JK10 (furo do Viso)	2 328
TOTAL	14 654

Tabela 1 - Caudal médio diário por captação

Pode-se dizer que três das captações são as que mais significativamente contribuem para a produção de água para consumo dos Aveirenses, pois a sua produtividade média (tabela 1), permite abastecer o Concelho durante todo o ano, com excepção de alturas pontuais de elevado consumo (meses de Verão) ou avarias no sistema de distribuição. Assim, naturalmente estas origens, por serem as de maior impacto na qualidade da água distribuída, foram as escolhidas para este projecto.

Considerando a dimensão e complexidade do sistema verifica-se que, para cumprimento da legislação (Decreto Lei n.º 74/90 de 7 de Março e agora o Decreto Lei n.º 236/98 de 1 de Agosto), é gerado anualmente um grande manancial de resultados analíticos que genericamente não são do conhecimento da população abastecida. Utilizando o longo historial analítico existente e conhecendo os riscos ambientais associados a cada uma das captações escolhidas, foram seleccionados os parâmetros a integrar no controlo de qualidade em tempo real, de acordo com as tecnologias disponíveis actualmente. Assim, seleccionaram-se respectivamente os seguintes locais e parâmetros:

AMC (reservatório do Silval, onde se inicia a distribuição em baixa) : **PH, Cloro residual, Nitratos e Condutividade.**

Esta água apresenta-se com PH ligeiramente básico, consequência do tratamento efectuado no sistema em “alta” pouco mineralizada, com alcalinidade média, pouco dura e apresentando alguns nitratos.

VALE DAS MAIAS (no reservatório da Cidade onde se inicia a distribuição em baixa): **PH, Cloro residual, Ferro e Nitratos.**

As principais características desta água são o PH ligeiramente ácido, (embora corrigido na captação, através da adição de leite de cal) com algum ferro em excesso, apresentando alguns nitratos embora com teores normalmente inferiores ao VMR (valor máximo recomendado) definido no decreto-lei 236/98 de 1 de Agosto.

JK10 (na própria captação): **Ferro, Turvação, Condutividade, Cloro residual e Cloretos.**

Esta água possui características alcalinas e teores de Ferro da ordem do VMA (valor máximo admissível) ou superior. Refira-se que aos restantes parâmetros indicados no decreto-lei n.º 236/98 de 1 de Agosto estão de acordo com os respectivos valores máximos recomendáveis e as suas tendências de evolução não levantam preocupações de maior.

III. OBJECTIVOS

No âmbito deste projecto, foram equacionados os seguintes objectivos:

- Desenvolver mecanismos de controlo e de gestão em tempo real da qualidade da água para consumo humano.
- Ter acesso e dar a conhecer à população de Aveiro e entidades interessadas, utilizando as Tecnologias da Informação e da Comunicação, informação contínua e

actualizada da qualidade da água das captações de água para consumo humano.

- Determinar locais sensíveis da rede hídrica superficial e de parâmetros críticos nas captações de água, que possam influenciar o uso destas para produção de água para consumo humano.

- Contribuir para a educação ambiental do cidadão, usando a informação disponibilizada pelo sistema.

IV. DESCRIÇÃO DO SISTEMA

O projecto compreende a integração de um sistema de supervisão desenvolvido no Departamento de Electrónica e Telecomunicações com equipamentos de análise física e química de parâmetros da qualidade da água comerciais (figura 1). Os parâmetros são recolhidos em estações remotas que compreendem a instrumentação necessária desenvolvida para o efeito. O sistema de supervisão é baseado num modelo desenvolvido e testado para a gestão de uma rede de estações meteorológicas (projecto SiMoVA) [3]). A informação disponibilizada pelas estações remotas é guardada numa base de dados que serve de suporte à estação central. Esta, incorpora as funcionalidades de um sistema de supervisão e controlo tipo SCADA e um módulo para a análise e gestão da qualidade da água.

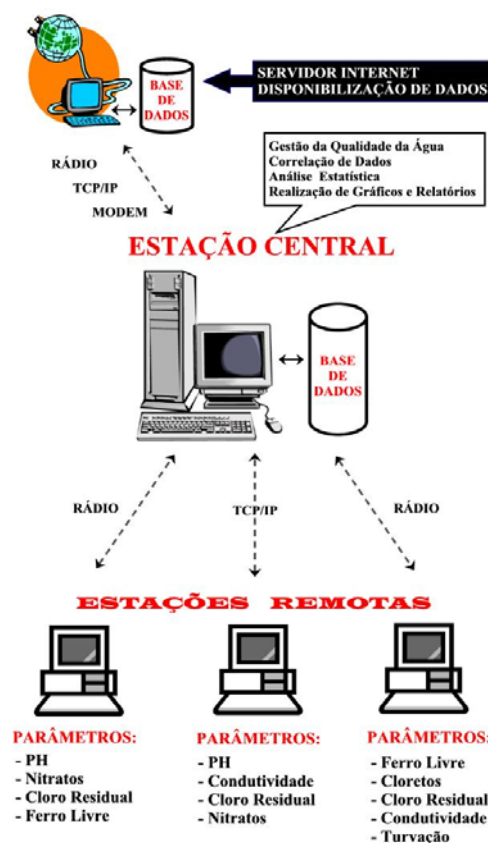


Figura 1 - Arquitectura geral do sistema.

Estações Remotas

Como já foi referido, o sistema é constituído por três estações remotas e uma estação central. Em cada uma das estações remotas são recolhidos os parâmetros físicos e químicos que caracterizam sumariamente a qualidade da água, à frequência programada, sendo de seguida enviados para a estação central, onde se efectuará todo o processamento dos dados recebidos. Os sistemas analíticos são baseados na técnica FIA (*Flow Injection Analysis*), análise por injeção em fluxo, pelo que são geralmente dotados de uma enorme capacidade de adaptação a diversos propósitos analíticos. Os ritmos analíticos conseguidos, devido à técnica utilizada, são habitualmente elevados, sempre superiores aos conseguidos pelos métodos discretos e muitas vezes maiores que os conseguidos por outras propostas de automatização [4].



Figura 2 – Vista da estação remota do Silval.

Para concentrar a informação proveniente de cada um dos analisadores, foram implementadas duas soluções. Assim, em função das condições de instalação, pode-se recorrer a um controlador lógico programável (PLC) ou a um PC industrial (figura 2). A interligação de cada um dos analisadores com o concentrador é efectuada em corrente (4-20mA), RS232C ou por RS485. O software presente neste concentrador recolhe os dados de cada analisador, disponibiliza-os num formato que seja susceptível de ser transmitido e envia-os para a estação central com uma periodicidade programável pelo utilizador, local ou remotamente, limitada superiormente

pelo tempo necessário para a realização de uma análise. A estação remota permite ainda o controlo da calibração dos analisadores que possam ser calibrados automaticamente, bem como a abertura e fecho das válvulas dos analisadores. Este software é desenvolvido em linguagem 'Ladder', caso se esteja a utilizar a solução baseada no PLC, ou em LABVIEW 5.01, caso se esteja a utilizar o PC industrial. Neste último caso, para além de controlar todo o sistema, este software permite visualizar a variação temporal dos parâmetros em análise nas últimas 24 horas, bem como a verificação das principais variáveis de funcionamento.

Estação Central

Na estação central encontra-se um servidor a correr Windows NT, baseado numa plataforma Intel. O software presente neste servidor, desenvolvido em LABVIEW 5.01, controla o processo de recolha, processamento, armazenamento e disponibilização da informação recebida. Na estação central podem-se distinguir quatro módulos distintos.

Módulo de Configuração do Sistema

O Módulo de Configuração do Sistema, permite activar e configurar as diferentes estações remotas, quer quanto ao número e tipo de instrumentação usada, quer quanto aos alarmes que lhes estão associados. Neste módulo é ainda possível a definição do tipo de comunicação a estabelecer, a configuração da interligação com o servidor *Internet* para a divulgação da informação. Finalmente, também é possível definir e gerir os tipos diferentes de utilizadores e as respectivas permissões associadas (figura 3).

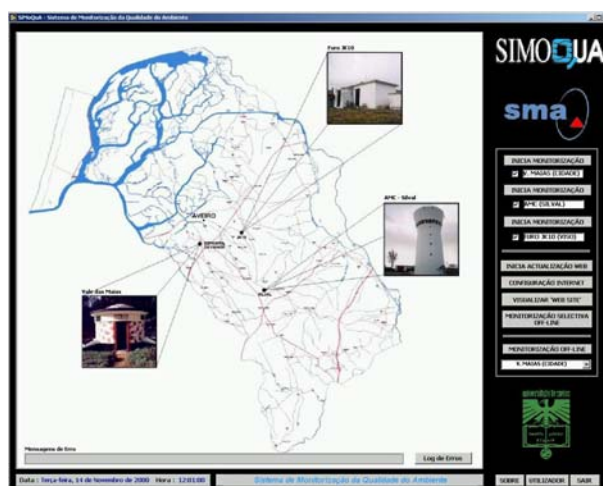


Figura 3 – Interface do módulo de sistema.

Módulo de Monitorização e Controlo em tempo real

Este módulo basicamente disponibiliza as funcionalidades de um software SCADA, permitindo a visualização dos últimos parâmetros recolhidos bem como

dos alarmes que lhes estão associados (figura 4). Uma situação de alarme pode ser difundida localmente ou remotamente por correio electrónico. Alarmes que indiciam situações de alguma gravidade implicam o envio de um correio electrónico aos gestores da Divisão de Controle de Qualidade. Do ponto de vista do controlo do sistema, neste módulo é possível a desactivação de uma estação ou de um qualquer analisador ou forçar numa estação remota, a repetição de uma dada análise. Os dados recolhidos são armazenados numa base de dados, que os disponibiliza ao módulo de gestão da qualidade. Uma versão reduzida deste módulo está presente nas estações remotas e permite a visualização local dos parâmetros.



Figura 4 – Visualizador disponível para cada estação remota instalada para a visualização em tempo real dos parâmetros recolhidos.

Módulo de Gestão da Qualidade

O Módulo de Gestão de Qualidade disponibiliza funcionalidades que se pode agrupar da seguinte forma: visualização e análise de dados; realização de cálculos e análise estatística; construção de gráficos e relatórios automaticamente. Estas funcionalidades são suportadas pela base de dados que é actualizada pelo módulo de monitorização e controlo em tempo real.

A visualização e análise de dados permite a construção de gráficos seleccionando o intervalo de tempo em análise e os parâmetros independentemente da estação remota de recolha. Assim, definindo os intervalos temporais, seleccionando os dados para visualização é disponibilizado um sem número de configurações, quaisquer que sejam as origens (estações e/ou parâmetros) dos dados (fig. 5).

Este módulo disponibiliza também ferramentas para a realização de um conjunto significativo de cálculos, tais como médias flutuantes, anuais, mensais, diárias e horárias, bem como a determinação de máximos e mínimos, num intervalo escolhido pelo utilizador. A inserção de novas ferramentas de análise, devido à estrutura do *software*, podem ser facilmente incorporadas.

A construção de relatórios, partindo de relatórios tipo, a construção de gráficos para impressão e a exportação de dados para, por exemplo, o *Microsoft Excel* são outras das facilidades disponíveis no módulo de gestão da qualidade.

A informação armazenada pela Estação Central, depois de tratada é enviada para uma base de dados associada a um servidor *Internet*, garantindo a disponibilização da informação necessária para a construção do *site* para consulta pública. O cidadão pode assim analisar a água que nesse instante está a ser usada para produção de água para consumo humano, em função da sua origem ou do seu local de consumo, bem como, nestas duas perspectivas, pode analisar o histórico armazenado.

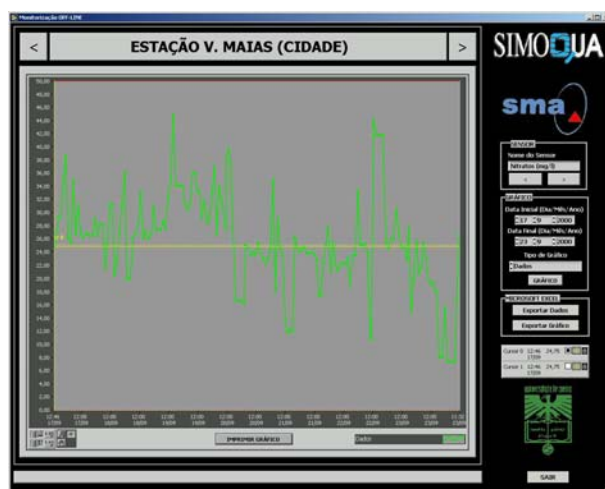


Figura 5 – Visualizador de parâmetro em função da estação seleccionada.

Módulo de Comunicações

O Módulo de Comunicações assegura a comunicação da estação central com as estações remotas e com o servidor *Internet*. Foram implementados mecanismos de detecção, correção e recuperação de erros. O tipo de comunicação depende da interface com que dotamos o sistema e que fundamentalmente é uma de duas: RS232C com ou sem modem ou TCP/IP. Neste módulo é também possível configurar os diferentes parâmetros da comunicação para as diferentes estações remotas.

Para a comunicação entre as estações remotas e a estação central, foram equacionadas e testadas várias soluções, que passavam pela utilização do GSM, linhas RDIS, linha analógica, rádio Trunking ou TCP/IP. Duas das estações remotas estão ligadas por rádio Trunking. A terceira estação por estar dentro do mesmo perímetro privado da estação central está interligada por TCP/IP. A estação central está ligada ao servidor *Internet* também por TCP/IP. A aquisição de rádios emissores - receptores e 'radio-modems' para cada estação (central e remotas) apresentam um custo elevado, ao que acresce uma mensalidade de baixo valor. Em compensação, as comunicações não apresentam nenhum custo adicional, sendo somente limitadas em tempo (cerca de 1,5 minutos). As grandes desvantagens desta solução são a baixa

largura de banda disponível (1200bps) e a existência de interferências nas comunicações quando as condições climáticas são adversas. Note-se que qualquer outro tipo de ligação pode a qualquer momento ser usado, pois o software de interface está presente na aplicação sendo apenas necessário a sua configuração.

Servidor Internet

A informação disponibilizada na Internet (www.simoqua.pt) serve três propósitos: informar a população da qualidade da água fornecida para consumo humano; dinamizar a sensibilização e formação para uma actuação correcta ao nível ambiental em particular na utilização e gestão individual da água e divulgar informação institucional ligada ao projecto. O utilizador pode visualizar os últimos dados recolhidos numa qualquer das estações remotas (fig. 6) ou analisar a evolução dos parâmetros ao longo do tempo recorrendo à informação guardada na base de dados (fig. 7). Assim, o utilizador pode definir o intervalo de tempo em análise, seleccionar o parâmetro ou um seu derivado (média hora, dia, etc), escolher um qualquer ponto de captação ou realizar o seu pedido em função da água que é fornecida na sua residência.

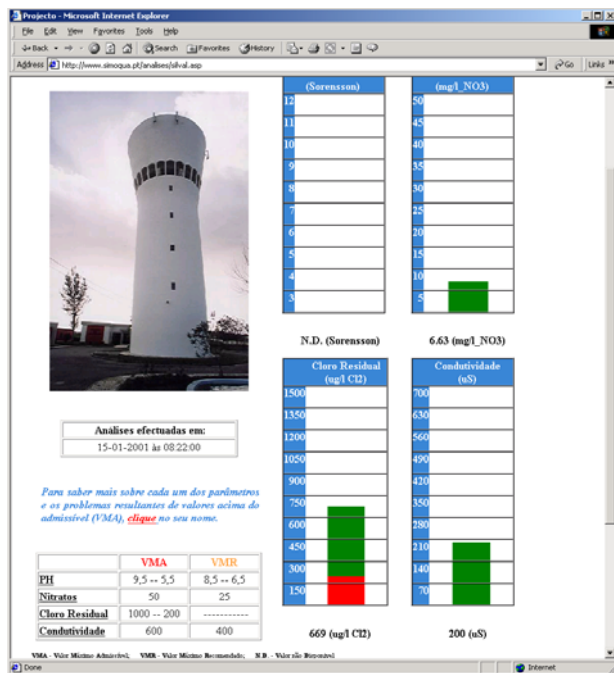


Figura 6 – Página WEB construída dinamicamente apresentando as análises mais recentes da estação remota do Silval.

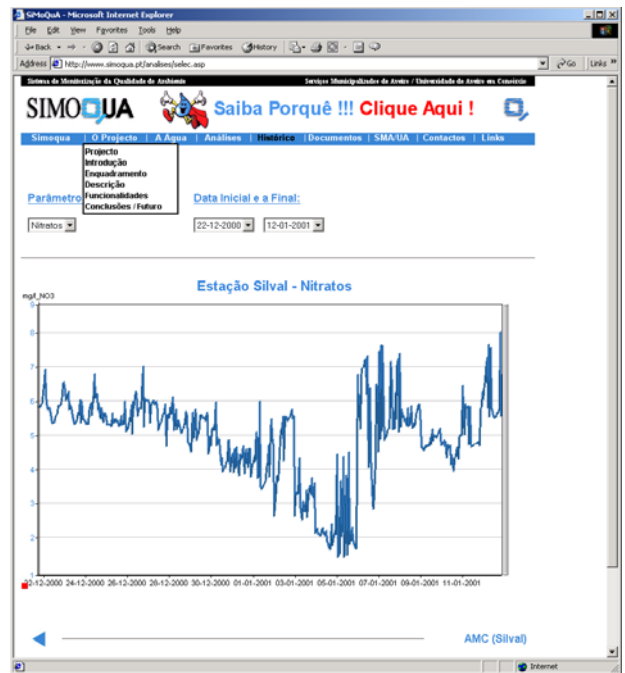


Figura 7 – Gráfico apresentando a evolução dos Nitratos no Silval para um período de tempo definido pelo utilizador.

V. CONCLUSÕES E TRABALHO FUTURO

O sistema de controle em tempo real dos principais parâmetros caracterizadores da qualidade da água trás vantagens significativas para o funcionamento do sistema de abastecimento público de água, dado que:

- Permite ter acesso e dar a conhecer à população de Aveiro e entidades interessadas, informação contínua e actualizada da qualidade da água das captações de água para consumo humano;
- Permite conhecer mais cedo os eventuais problemas ou contaminações da água nas origens, originando uma intervenção precoce para solucionar as causas destas situações anómalas e/ou ainda contactar as autoridades competentes para a tomada de medidas que visem a protecção dessas mesmas origens de água;
- Permite a tomada de medidas de optimização dos sistemas de tratamento de água existentes no sistema de abastecimento de água;
- Contribui para a melhoria da qualidade do serviço prestado, e ainda com a disponibilização desta informação à população, poder-se-á aumentar a sua sensibilização e formação para uma actuação correcta ao nível ambiental em particular na utilização e gestão individual da água.

A implementação deste projecto trouxe já significativas alterações nas metodologias usadas pela Divisão de Controlo de Qualidade da Água. A existência de informação em tempo real e o elevado número de amostras realizadas levou a que os responsáveis tenham uma melhor percepção dos problemas existentes e tenham tomado medidas para os minimizar. Esta realidade é o melhor resultado obtido com a implementação deste sistema pois dele resulta a produção de água de melhor

qualidade ao consumidor. Pensamos também que o projecto apresenta um carácter inovador e estratégico, uma vez que não existe no país uma rede de monitorização a esta escala e com estes objectivos, nomeadamente por disponibilizar ao cidadão a informação recolhida.

O consórcio formado no âmbito deste projecto, aproveitando as sinergias geradas no decorrer do Projecto SIMOQUA, partiu já para novos desafios, potenciando as valências das duas partes nas diferentes áreas. Assim dois novos projectos estão já em desenvolvimento:

O Sistema de Informação de Apoio ao Controlo da Qualidade da Água que permitirá a sistematização e a gestão de toda a informação que resulta dos procedimentos definidos por lei no controlo da qualidade da água; O Sistema de Apoio à Decisão no Controlo da Qualidade da Água que permitirá apoiar os técnicos nas decisões a tomar no âmbito da gestão da qualidade da água.

Atendendo ao conjunto de actividades ligadas à fruição da Ria, que decorrem em Aveiro, como por exemplo: turismo, pesca, actividades desportivas aquáticas (remo, vela), lazer, aquacultura e salicultura, pensamos ainda, que seria de todo interesse, alargar o âmbito deste projecto, tornando possível a análise da qualidade da água superficial dos pontos representativos dos canais urbanos da Ria de Aveiro. A gestão desta informação permitiria para além da melhoria em termos de qualidade de vida, a classificação dos recursos hídricos, tal como actualmente acontece com as praias de Bandeira Azul.

REFERÊNCIAS

- [1] Plano Nacional da Água - *Site* do Instituto da Água (www.inag.pt). 1999.
- [2] Dossier de candidatura do Projecto SIMOQUA ao Programa Aveiro - Cidade Digital. Rui Ferreira, Osvaldo Pacheco. 1998.
- [3] L. Coimbra, R. Matos, J. P. E. Oliveira, O. R. Pacheco. Sistema de Monitorização e Actuação de Aplicação Ambiental. *Anais da Engenharia Electrotécnica*. Ano IV, nº 7. Maio de 1999.
- [4] J. Catita. Analisadores Automáticos Baseados em Técnicas de Fluxo, para Controlo em Tempo Real de Parâmetros Caracterizadores da Qualidade da Água para Consumo Humano. Relatório Técnico da Paralab. Outubro. 2000.