

**XI SILUBESA*****Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental****28/03 a 02/04/2004 - Natal - Rio Grande do Norte - Brasil*

X-001- PLANO DE MONITORIZAÇÃO QUANTITATIVA E QUALITATIVA DE ÁGUAS RESIDUAIS NA ORIGEM

Ana Cristina Ribeiro Afonso de Matos⁽¹⁾

Licenciou-se em Engenharia Ambiental e dos Recursos Naturais na Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD), em 2001. Obteve o grau de Mestre em Tecnologia Ambiental pela mesma Instituição em 2003.

Isabel Bentes

Licenciou-se em Engenharia Civil na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, em 1985. Obteve o grau de Doutor em Engenharia Civil pela UTAD e é investigadora do CETAV (Centro de Estudos Tecnológicos do Ambiente e da Vida).

Carlos Serôdio

Licenciou-se em Engenharia Electrotécnica - Ramo de Electrónica, Instrumentação e Computação, na Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD), em 1990. Obteve o grau de Doutor em Engenharia Electrotécnica, em 2002 pela UTAD e é investigador do CETAV.

Pedro Mestre

Licenciou-se em Engenharia Electrotécnica - Ramo de Electrónica, Instrumentação e Computação, na Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD), em 1997. Obteve o grau de Mestre em Electrónica Industrial pela Universidade do Minho em 2000.

José Torres Pereira

Licenciou-se em Ciências Biológicas na Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, em 1966. Doutorou-se em Matemática e Ciências Naturais na Vrije Universiteit, Amsterdão, Holanda, em 1984. É actualmente Professor Catedrático de Morfologia e Fisiologia Vegetal do Departamento de Engenharia Biológica e Ambiental da UTAD e investigador do CETAV.

Endereço⁽¹⁾: Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro -Departamento de Engenharias - Quinta de Prados, Apartado 1013. 5000-911 Vila Real, Portugal Tel: +351 259 350356, Fax: +351 259 350356

e-mail: crismato@utad.pt

RESUMO

A curto prazo a utilização de água residual vai ser uma realidade. No entanto, o seu uso envolve problemas de ordem sanitária e de saúde pública provocados pela existência de microorganismos patogénicos na água residual que podem ser transmitidos às culturas, aos solos e às águas subterrâneas.

A existência de microorganismos patogénicos e de elevados teores de matéria orgânica encontram-se fundamentalmente nas águas provenientes das sanitas. As águas provenientes dos outros aparelhos sanitários nomeadamente banheiras, bidés, lavatórios, entre outros, caracterizam-se por elevados teores de sabões e detergentes que eventualmente com um tratamento simples, nomeadamente precipitação química, pode ser utilizada sem riscos para a saúde pública e para o meio ambiente. Contudo, é necessário avançar com estudos nesta área no sentido de poder formatar e validar convenientemente esta hipótese.

Com efeito, os estudos efectuados neste sentido, especialmente em Portugal, são poucos e bastante incipientes.

Pensou-se que, para uma primeira abordagem, seria da maior importância a caracterização qualitativa e quantitativa da água residual de cada aparelho sanitário para a formulação de uma hipótese que preconize redes e tratamentos "separativos" de águas residuais domésticas de acordo com os aparelhos onde são gerados, ou seja, de acordo com as suas características químicas e biológicas, tendo em atenção que tal só fará sentido se as quantidades envolvidas numa

presumível reutilização o justifiquem.

Por outro lado, as tecnologias relacionadas com sensores de diversos parâmetros físicos, químicos e biológicos, bem como as relacionadas com a aquisição e transferência de dados, nomeadamente o desenvolvimento de diferentes plataformas de comunicação, sugeriram-nos que se pensasse num plano de monitorização quantitativa e qualitativa de águas residuais na origem, que tem vindo a ser desenvolvido.

Palavras-chave: Monitorização, águas residuais, sensores, sistemas embebidos, CAN.

INTRODUÇÃO

A problemática da drenagem e tratamento de águas residuais em Portugal centra-se, neste momento, nos pequenos aglomerados populacionais que, regra geral se situam em zonas rurais do interior do país. Com efeito, até agora, a principal preocupação era a das regiões mais densamente povoadas, regiões urbanas e periurbanas do litoral, que com soluções tradicionais, praticamente instituídas, se encontram já servidas.

Relativamente aos pequenos aglomerados, a situação é bastante diversa uma vez que as soluções tradicionais se revelam geralmente economicamente incomportáveis. Apesar de a nível populacional os pequenos aglomerados não serem relevantes, a nível territorial e da defesa do ambiente já não se pode dizer o mesmo. A falta deste tipo de infraestruturas acentua cada vez mais as assimetrias populacionais entre o litoral e o interior criando grandes problemas de desertificação e planeamento territorial. É de salientar que dos 37300 núcleos populacionais em que se distribui a população continental portuguesa cerca de 37000 não ultrapassam os 2000 habitantes.

Por estes motivos e para dar cumprimento ao estabelecido no PEAASAR (Plano Estratégico de Abastecimento de Água e Saneamento de Águas Residuais) é necessário repensar de forma integrada toda a problemática das águas residuais nos pequenos aglomerados, englobando a drenagem, o tratamento e o desembarçamento final do efluente e respectiva articulação. Assim, é urgente procurar as soluções técnicas e económicas mais adequadas e atribuir à água residual, tal como é feito com a água potável, o atributo de recurso estratégico que como tal, não deve ser desperdiçado, mas utilizado de forma racional.

Enquanto que nas zonas urbanas faz mais sentido falar em reutilização em fins industriais e municipais, nos aglomerados rurais a reutilização agrícola parece bastante adequada. Aliás, em muitos casos é feita mas sem qualquer controlo ou preocupação de ordem sanitária o que pode representar severos riscos para a saúde pública.

Este tipo de utilização da água envolve, como já foi referido, problemas de ordem sanitária e de saúde pública provocados pela existência de microorganismos patogénicos na água residual que podem ser transmitidos às culturas, aos solos e às águas subterrâneas. Em regiões de extrema carência de água, onde é prática a utilização de águas residuais, procede-se, geralmente, a elevados graus de tratamento para eliminação da matéria orgânica e a tratamentos terciários e de afinação para eliminação dos microorganismos patogénicos.

No entanto, a existência de microorganismos patogénicos e de elevados teores de matéria orgânica encontra-se fundamentalmente nas águas provenientes das sanitas. As águas provenientes dos outros aparelhos sanitários nomeadamente banheiras, bidés, lavatórios, entre outros, caracterizam-se por elevados teores de sabões e detergentes que eventualmente com um tratamento simples, nomeadamente precipitação química, podem ser utilizadas sem riscos para a saúde pública e para o meio ambiente. Contudo, é necessário avançar com estudos nesta área no sentido de poder formatar e validar convenientemente esta hipótese.

Com efeito, os estudos efectuados neste sentido, especialmente em Portugal, são poucos e bastante incipientes.

Pensou-se que, para uma primeira abordagem seria da maior importância a caracterização qualitativa e quantitativa da água residual de cada aparelho sanitário para a formulação de uma hipótese que preconize redes e tratamentos "separativos" de águas residuais domésticas de acordo com os aparelhos onde são gerados, ou seja, de acordo com as suas características químicas e biológicas, tendo em atenção que tal só fará sentido se as quantidades envolvidas numa presumível reutilização o justifiquem.

Por outro lado, as tecnologias relacionadas com sensores de diversos parâmetros físicos, químicos e biológicos, bem como as relacionadas com a aquisição e transferência de dados, nomeadamente, o desenvolvimento de diferentes plataformas de comunicação, sugeriu-nos que se pensasse num plano de monitorização quantitativa e qualitativa de águas residuais na origem, que tem vindo a ser desenvolvido.

PLANO DE MONITORIZAÇÃO

Como solução, propõe-se um sistema de monitorização em tempo real, apresentando-se uma perspectiva de abordagem para a concepção de um sistema de aquisição e de controlo, que permita de modo automatizado obter a parametrização das variáveis associadas ao processo e à problemática do controlo da qualidade e da quantidade das águas residuais na origem.

A aplicação dos sistemas de aquisição e de monitorização pode potenciar a utilização racional dos recursos, inerentes ao tratamento e reciclagem das águas residuais. Assim, com a aplicação da electrónica e da computação, pretendem-se essencialmente três serviços:

- Sensorização directa do acontecimento e de todos os parâmetros relacionados;
- Utilização de computadores e redes de microcontroladores para aquisição e análise da informação;
- Automatização do processo.

O sistema será composto, essencialmente por uma unidade central, PC, desejavelmente, instalada no vestíbulo ou hall, e por uma estação de aquisição, colocada em cada um dos compartimentos com distribuição de águas (quartos de banho, cozinha e lavandaria). A cada uma destas estações de aquisição encontrar-se-ão ligados os diversos sensores que vão permitir a medição em contínuo dos parâmetros considerados mais importantes, como sendo o pH, a temperatura, a turbidez, o potencial de oxidação-redução, a condutividade, o oxigénio dissolvido e o caudal. Previu-se ainda, a colocação de sensores no sifão de pavimento, com excepção dos que dizem respeito às sanitas que devem ser colocados na caixa de visita da respectiva instalação e os de caudal que deverão ser intercalados na tubagem de abastecimento.

Actualmente estão a ser testados os protótipos que permitirão realizar a amostragem automatizada dos parâmetros presentes nas águas negras para posterior avaliação e análise laboratorial, nomeadamente os que se referem aos teores de matéria orgânica, detergentes e microorganismos.

A integração e a interligação dos vários dispositivos, estações de aquisição e sensores, baseia-se no conceito de *data-connectivity* e assenta essencialmente na robustez do protocolo e no barramento de comunicações CAN (*Controller Area Network*) que dá ao sistema um elevado grau de segurança e de fiabilidade, usando uma topologia de controlo distribuído com memória partilhada.

O sistema de interface com o utilizador consistirá, portanto, de um computador que terá um programa referente à aplicação, onde reside a configuração de todo o sistema, os parâmetros a controlar, assim como a definição dos seus valores e um módulo de comunicações que lhe permite adquirir as leituras efectuadas por cada uma das estações que compõem a rede de microcontroladores. O recurso aos microcontroladores permite obter um elevado grau de flexibilidade ao nível da aplicação, a um custo relativamente baixo. Com o advento da miniaturização da electrónica, tornou-se possível obter num *chip* a inclusão de um microcontrolador com um conjunto de periféricos como memória, canal de comunicações série SIO (*Serial Input-Output*, *vulgar* RS232), saída de impulsos PWM (*Pulse Width Modulation*), portos de I/O (*Input-Output*) digitais e em frequência, para além de um implementador do protocolo CAN.

Neste tipo de aplicação, o protocolo CAN é de todo apropriado pois é de implementação simples, e possui elevada imunidade ao ruído, para além de que a adição ou remoção do número de estações na rede não implica custos adicionais, para além de não necessitar intervenções de configuração.

O condicionamento do sinal representativo da grandeza a medir, envolve a transformação do sinal de saída do transdutor, numa forma capaz de ser submetida à conversão analógico-digital. Em aplicações de instrumentação para aquisição e monitorização, a maioria dos sinais analógicos são na gama de -10 a +10V, ou de 0/4 a 20/24mA (Considine, 1993). Isto está associado ao facto de as variáveis a considerar serem, na sua maioria, analógicas, assim como o facto de muitos sensores permanecerem ainda analógicos, enquanto os microcontroladores só operam com dados digitais.

TECNOLOGIAS DE SENSORIAÇÃO

A medição envolve a interacção do sistema de medida com a "medição". Em geral, o acto de sensoriar um parâmetro envolve a transdução, sensor/transdutor, de um parâmetro numa grandeza diferente geralmente do tipo eléctrico, *e.g.*, tensão, corrente, carga, resistência ou frequência.

O estado da arte referente aos métodos de medição e tecnologias de sensoriação, conjugado com a problemática da instalação de sistemas de automação em instalações sanitárias, e particularmente quando aqueles são instalados à posteriori, resulta que nem sempre são exequíveis as melhores soluções do ponto de vista da Engenharia, pois seriam necessárias intervenções ao nível da construção civil. Por este motivo, em alguns casos particulares, pode ocorrer que a implementação não traduza de todo a actualidade, quer ao nível da instrumentação e sensoriação quer ao nível da automação. No entanto, é garantido que todos cumprem os requisitos relativos à gama, resolução, acuidade e robustez. Neste contexto serão apresentados, de forma sistemática, os principais tipos de sensores e seus princípios de funcionamento, aplicáveis a este tipo de ambientes:

- Sensores de Temperatura

A temperatura é talvez a variável mais comum aos processos industriais e torna-se crítica para processos de controlo de qualidade e controlo ambiental. Como todos os materiais são afectados pela temperatura, é grande a variedade de meios disponíveis para a medição da temperatura (Figura 1). Os sensores de temperatura mais comuns são Termopares, Termistores, Detectores de Temperatura e Resistência (RTD), Resistências Térmicas de Temperatura, Sensores de Estado Sólido, Termómetros de Radiação e Pirómetros Acústicos. Inicialmente eram usados os termómetros, cujo princípio de funcionamento se baseia na alteração volumétrica de líquidos ou gases com a variação da temperatura. Métodos termoelectrónicos, como o termopar, ou efeitos termoresistivos, como a alteração eléctrica com a variação da temperatura, foram utilizados nos Detectores de Temperatura e Resistência (RTD) e nos termistores (Considine, 1993; Desmarais, 2003).



Figura 1: Sensores de Temperatura (Demarais, 2003).

Todas estas tecnologias são potencialmente aplicáveis num plano deste tipo, dependendo a escolha, fundamentalmente do local de colocação. Para melhor se decidir, acerca da tecnologia a aplicar, estão a ser testados laboratorialmente diferentes tipos de sensores. No entanto, sem argumentos em contrário, a nossa escolha recai sobre o LM35AH, cuja saída em tensão é linear com a temperatura em °C, para além de não necessitar de circuitos de calibração.

- Sensores de pH

Em geral o termo pH representa a medida da acidez ou alcalinidade de uma determinada substância, sendo que o valor 7 se refere a uma solução neutra, a que não reage nem como ácido (<7) nem como base (>7). A medida do pH pode ser realizada utilizando sistemas electromecânicos baseados em eléctrodos. Um sensor deste tipo possui dois eléctrodos: um de medida e outro de referência. A tensão na membrana altera-se de acordo com o valor do pH da solução em causa. Tipicamente os eléctrodos utilizados apresentam um valor de 0mV para um pH=7 (WTW, 99/2000).



Figura 2: Exemplos e Pormenor de Sensores pH tipo Eléctrodo (WTW, 1999/2000).

As condições ácidas são geralmente causadas pela presença excessiva de hidrogeniões, (H^+), e as condições de alcalinidade pela presença de hidroxiliões OH^- . O pH é medido numa escala de 0 a 14. Através do valor de pH é possível determinar a presença de iões H^+ ou OH^- , seguindo a equação 1:

$$pH = -\log(H^+)$$

equação 1

Um sensor de pH é em geral constituído por uma caixa plástica na qual está enclausurado um eléctrodo de vidro cheio de uma solução com pH neutro e um eléctrodo de referência com um fio de Ag-AgCl imerso num electrólito de KCl. A célula de referência possui na sua extremidade uma junção perfurada que permite a mobilidade dos electrões até à camada de KCl.

- Sensores de Condutividade

A condutividade eléctrica é a medida cumulativa da concentração de iões numa solução, *i.e.* a capacidade de uma solução em transportar uma corrente eléctrica. Quanto maior for o grau de salinidade, acidez ou alcalinidade de uma solução, maior é a sua condutividade. A condutividade é expressa em S/cm (Siemens/centímetro) e a referência é $0,05\mu$ S/cm para a água pura a 25°C. A gama de variação mais frequente para este parâmetro é entre 0,1 e 1000 para os diversos tipos de soluções aquosas (WTW, 99/2000). A condutividade é obtida através da medida da resistência eléctrica, sendo que o método mais simples utiliza dois eléctrodos idênticos (Figura 3).



Figura 3: Sensor de Condutividade Eléctrica (Tyco, 2003).

Existe ainda um método alternativo, que consiste em injectar uma tensão num dos eléctrodos, o que tem como repercussão a migração dos iões para o outro eléctrodo. Quanto maior for essa concentração maior é a corrente que flui nos eléctrodos. Recorrendo à lei de Ohm determina-se primeiro a condutância e *a posteriori* a condutividade.

- Sensores de Potencial de Oxidação-Redução

Quando um metal é imerso numa solução, detecta-se um potencial eléctrico de acordo com a solução. Este potencial eléctrico representa a força de oxidação ou de redução da solução. Esta força, entenda-se diferença de potencial, é designada por ORP (*Oxidation-Reduction Potential*) da solução (WTW, 1999/2000). Para a realização da medida da ORP são tradicionalmente utilizados eléctrodos de metais nobres, como o Au e a Pt. Como o ORP é definido como uma diferença de potencial, são obviamente necessários dois eléctrodos, um de referência e outro de medida, para além de um potenciómetro.

- Sensores de Turbidez

A preocupação com a qualidade das águas é assunto que remonta aos tempos de Aristóteles, onde se aferia a qualidade da mesma com base na observação do fluxo. Presentemente recorre-se à natureza gráfica da turbidez para realizar esse tipo de medida. Embora com algum grau de incerteza associado, é uma percepção quase universal que quanto mais turbidas são as águas, menos saudáveis são, para além de a turbidez estar associada à degradação. Para a realização da medida sabe-se que, quando um líquido possui objectos sólidos não dissolvidos, ao fazermos passar uma luz através dele, aquela é em parte absorvida e em parte dispersa (*scattering*). Mediante esta avaliação podemos determinar se a água é límpida ou turbida. A medição deste parâmetro não é em geral de fácil execução, já que o grau de turbidez depende não só do material não dissolvido, mas também do seu tamanho, da sua forma e da sua composição. Assim, a quantificação exacta dos sólidos em suspensão é apenas possível e credível em processos e amostras específicos. Actualmente a turbidez é determinada pela transmissão luminosa simples medida da passagem da luz a 180° através do líquido. No entanto, sabe-se que a medida da dispersão da luz a 90° é efectivamente o processo mais fiável, particularmente para gama baixa de medida (WTW, 1999/2000). Os métodos de medida padrão utilizam lâmpadas de tungsténio de banda larga, mas as normas ISO7027/DIN27027 especificam o uso de lâmpadas de infra-vermelhos com comprimento de onda de 860nm.

- Sensores de Oxigénio Dissolvido

Quase todas as soluções líquidas possuem uma componente de O₂ dissolvido. Esta situação advém do facto de os líquidos reterem O₂ até que a pressão deste esteja em equilíbrio com o ar ou com o gás em contacto com a solução líquida em causa. A concentração de O₂ depende de factores como temperatura, pressão do ar, consumo de O₂ por microorganismos (*e.g.* em processos de biodegradação), ou mesmo da produção de O₂ por organismos em outros processos (WTW, 1999/2000). A quantificação do O₂ dissolvido constitui um parâmetro importante de avaliação dos processos intrínsecos de degradação do tratamento de águas residuais. O método mais utilizado para a medida da concentração de O₂ designa-se por "*Winkler titration*". No entanto, é cada vez mais frequente efectuar esta medida

através de processos electromecânicos. Nesta categoria, o processo mais simples baseia-se na utilização de dois eléctrodos, um de referência e outro que funciona como contador. Ambos os eléctrodos são embebidos no líquido, constituindo um sistema electrolítico, e os eléctrodos estão separados por uma membrana permeável a gás (Figura 4).

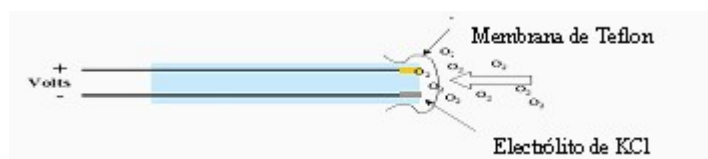


Figura 4: Exemplo de um Sensor de O₂ Dissolvido (Adaptado de Fon, 2003).

O eléctrodo de referência combina as moléculas de O₂ com hidrogeniões. Enquanto durar esta reacção electromecânica flui uma corrente do eléctrodo contador para o de referência, sendo o sinal de corrente directamente proporcional à quantidade de O₂ (WTW, 1999/2000).

- Sensores de Caudal

Em muitas aplicações, o problema da regulação do caudal adequado assegura o controlo do processo e ajuda a regular variáveis como a pressão, o nível e a temperatura. O processo de medida do caudal é um dos processos mais complexos de realizar com precisão. Na presente aplicação o processo não se apresenta tão complexo, pois pretende-se somente avaliar o consumo. Um método simples de medir o fluxo baseia-se no peso por unidade de tempo, aplicando as premissas básicas da mecânica de fluídos, por observação da quantidade de massa. No entanto nem sempre é possível realizar esta determinação, pois é necessário pesar o fluído. Contudo, existem outros métodos baseados na densidade e na viscosidade do fluído. Neste tipo de aplicações um belo exemplo é a utilização de sensores de pressão diferencial, aliás o mais utilizado. Neste processo determina-se o fluxo de modo indirecto, através da medida da pressão diferencial numa porção delimitada, área constante, do tubo. Aplica-se então o Teorema de Bernoulli, segundo o qual "para qualquer líquido em movimento a soma da energia cinética, da energia potencial e da energia proporcionada pela diferença de pressão é sempre constante". Assim se a energia potencial permanecer constante e a cinética for aumentada, a energia devida à pressão deve diminuir, ou seja, se aumenta a velocidade diminui a pressão e medindo esta podemos obter a grandeza fluxo. A equação 2 rege esta lei:

$$Q = K \sqrt{H_1 - H_2} \quad \text{equação 2}$$

em que $H_1 - H_2$ representa a diferença de pressão do fluído, Q é o caudal e K é uma constante. Os sensores para medir o caudal podem utilizar tecnologias baseadas na pressão, aplicar os conceitos dos circuitos indutivos ou basearem-se no volume.



Figura 5: Sensor de Caudal baseado em Diafragmas (WTW, 1999/2000).

Existem também sensores de caudal baseados na teoria associada aos tubos de Venturi que consistem em duas secções cónicas divergentes, entre as quais existe uma secção cilíndrica de perímetro inferior, a *garganta*. Ao diminuir-se a secção, a velocidade do fluxo aumenta e a pressão diminui. A aferição da alteração da pressão é efectuada através das medidas nos pontos A e B (Figura 6).

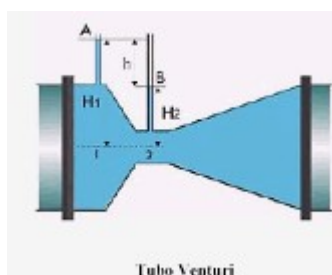


Figura 6: Processo de medida de Caudal com tubo de Venturi .

- Sensores de Estado Actual de Contactos

Conforme foi referido na secção anterior, a medição de caudal não é um processo simples, mesmo que aplicada somente para determinação de consumo. Para além disso, o custo dos sensores de caudal é considerável e nem sempre são de fácil instalação, pois requerem a interrupção da tubagem ou, pelo menos, o contacto com a mesma. Por isso, para avaliar o consumo dos autoclismos propõe-se como alternativa a realização de um transdutor baseado na contagem de descargas. Obtendo o número de descargas e identificado o aparelho é fácil pela aplicação de *software* determinar o consumo. O princípio de funcionamento deste tipo de sensores é:

1. Colocação de um íman na bácia do autoclismo;
2. No exterior, em contacto com o autoclismo, é colocado um sensor magnético;
3. Sempre que ocorre uma descarga, esta promove a alteração do campo magnético, que origina um impulso eléctrico.
4. Este acciona um contador ligado a um indicador electrónico que actualiza a contagem.
5. A contagem é enviada em tempo real para o sistema central que identifica o aparelho em causa, actualizando o respectivo consumo.

IMPLEMENTAÇÃO

A rede de microcontroladores proposta para a automação do processo é caracterizada pelo facto de as comunicações serem baseadas na integração e na interligação de vários dispositivos instalados dos compartimentos com instalação de águas, estações de aquisição e/ou aquisição e sensores. Assim, a solução apresentada é consubstanciada no conceito de *data-connectivity* e assenta essencialmente na robustez do protocolo e no barramento de comunicações CAN (*Controller Area Network*) que dá ao sistema um elevado grau de segurança e de fiabilidade, usando uma topologia de controlo centralizado. (Moy *et al.*, 1994).

Trabalhos anteriores (Serôdio, 1995; Silva, 2000) permitem assegurar a adaptabilidade deste tipo de barramento de comunicações em aplicações de aquisição e de monitorização em tempo real. Para além disso, as características intrínsecas ao protocolo permitem definir graus de prioridades diferenciados para as tarefas de aquisição. Este barramento de comunicações suporta ainda realização de todas as tarefas relativas ao processo de Aquisição e Controlo de um modo distribuído.

As estações de aquisição e de monitorização baseiam-se no microcontrolador PIC16F876, desenvolvidas segundo a premissa da modularidade, o que permite um elevado grau de escalabilidade associado a uma fácil reconfiguração do *software* e das tarefas alvo (Figura 7). As suas principais características são:

- Módulo de memória RAM para armazenar as leituras, em caso de falha das comunicações.
- 6 entradas/saídas digitais, destinadas a ligar os sensores de leitura de estado;
- 3 entradas/saídas para ligar os sensores de Caudal;
- 4 entradas analógicas para ligar o sensor de Temperatura;
- Comunicações RS-232 para ligar aos sensores químicos;
- Comunicações CAN para interligação da rede de microcontroladores e o Sistema Central.

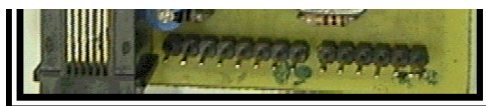


Figura 7: Estação de Aquisição e Monitorização.

CONCLUSÕES

A aplicação do sistema proposto, num dado aglomerado populacional seria de todo o interesse para a concepção e gestão dos sistemas, uma vez que permitiria conhecer as características qualitativas e quantitativas das águas residuais nos sistemas de saneamento.

Desta forma seria possível equacionar a eficiência do tratamento "separativo" das águas das diversas origens, para posterior reutilização. De acordo ainda com essas características poder-se-ia avaliar ainda o tipo e grau de tratamento a realizar, bem como os volumes de água envolvidos, para cada caso. Finalmente, permitiria analisar as vantagens de utilização deste procedimento.

Os testes já efectuados ao sistema de comunicações e aquisição de dados, permitiram concluir que o barramento CAN teve um comportamento satisfatório, sendo por isso uma opção válida para este tipo de aplicações.

Actualmente, está a ponderar-se a migração dos suportes de comunicação para tecnologias sem fios, o que previsivelmente contornará algumas das limitações de instalação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Considine, D.M. Process/Industrial Instrumentats & Control Handbook, 4ª Ed., McGraw-Hill, 1993.
2. Desmarais, R. How to select and use the Right Temperature Sensor, Sensors, vol.18, n.º1, <http://www.sensormag.com/articles/0101/24/main.shtml>. 2003.
3. F. E., Inc. Environmental Monitoring Products. <http://www.Fondriest.com>. 2003.
4. Laurenz, W.. CAN System Engineering –From Theory to Practical Applications. Springer-Verlag, ISBN 0-387-94939-9.1997.
5. Lavenuta, G.. Negative Temperature Coefficient Thermistor – Part I: Characteristics, Materials, and Configurations, Sensors, vol.14, n.5, <http://www.sensormag.com/articles/negtemp/main.shtml>. 2003.
6. Lee, E.A.. What's Ahead for Embedded Software, Computer, Vol.33, N.º9, pp.18-26, Set. 2000
7. Moy, *et al.*, (1994). Analysis of Sensor/Actuator Bus Interoperability Standard Alternatives for Semiconductor Manufacturing, Sensors Expo Conference Proceedings, Set. 1994
8. NexSens Technology Inc. 2003.
9. Seródio C. *et al.*,. Redes de Águas residuais sob pressão – Desenvolvimento de um sistema de Monitorização, in proceedings do 9º ENaSB, Loures, 21-24 Nov 2000.
10. Stein, P.. When Active means Passive, Sensors, vol.17, n.º4, <http://www.sensormag.com/articles/0404/4/main.shtml>. 2003.
11. Tyco(2003). Flow Control measurements control. <http://advnmc.com>. 2003.
12. Vieira, P., Silva, A.M., Melo-Baptista, J., Almeida, M.C., Ribeiro, R.. Inquérito aos hábitos de utilização e consumos de água na habitação. 10º Encontro Nacional de Saneamento Básico (SILUBESA) - Uso sustentável da água. UM- Braga. Set.2002.
13. WTW. Laboratory and Field Instrumentation, Catálogo 1999-2000.

