

MULTI-MONITORIZAÇÃO DE ESTUFA AGRÍCOLA

*J. Morato, *S. Cruz, **F. Pereira, *J. C. Metrôlho
*Escola Superior de Tecnologia, **Escola Superior Agrária
Instituto Politécnico de Castelo Branco
Av. Do Empresário - 6000 Castelo Branco,
Telefone: +351 272 339 300, Fax: +351 272 339 399, metrolho@est.ipcb.pt
Portugal

RESUMO - *A agricultura tem recorrido, tradicionalmente, a métodos empíricos que não rentabilizavam a produção e estava fortemente dependente das condições meteorológicas.*

Para melhorar a produção agrícola, surgiram as estufas agrícolas que permitem culturas de elevado valor acrescentado. Estas permitem também a elaboração de estudos de conceitos de causa-efeito, que possibilitam a construção de modelos e sistemas para melhorar a produção e a qualidade de determinada colheita.

Com base nesta realidade, este artigo apresenta e descreve um trabalho que se encontra em fase de desenvolvimento por investigadores de duas escolas do Instituto Politécnico de Castelo Branco (IPCB) e que visa o desenvolvimento de um sistema para monitorização de uma estufa agrícola situada na Escola Superior Agrária (ESA) daquele Instituto.

INTRODUÇÃO

Comparativamente com o cultivo em campo aberto as estufas, devido às suas dimensões limitadas, permitem uma melhor actuação no processo de monitorização e controlo das suas condições ambientais e a elaboração de modelos específicos para a cultura agrícola em causa, usando para isso equipamentos tais como: sensores, actuadores e sistemas sofisticados de aquisição de dados (através do uso de microcontroladores ou sistemas computacionais) para fazer a monitorização e/ou controlo do processo em tempo real (Metrôlho, 1999)(Cermeño, 1990).

A vantagem da utilização de sistemas de aquisição de dados e/ou controlo, em estufas agrícolas, prende-se com a cada vez maior necessidade de rentabilizar recursos energéticos e garantir certos padrões da qualidade final dos produtos. Esta necessidade e o contínuo decréscimo do custo de computadores e microcontroladores, tem feito com que os sistemas computacionais sejam cada vez mais utilizados em aplicações de monitorização de estufas agrícolas, nomeadamente quando é necessária atenção frequente às alterações de vários factores ambientais (temperatura, CO₂, humidade, radiação solar, etc.).

Este tipo de sistemas, que recorrem a sistemas computacionais, utilizam *hardware* extra para monitorizar as condições ambientais, tomam decisões sobre as acções necessárias para modificar o ambiente do processo que controlam, e accionam dispositivos que provocam as alterações necessárias para o seu andamento dentro de limites considerados aceitáveis. Por exemplo, um computador pode ser utilizado para monitorizar a temperatura, e ligar ou desligar sistemas de aquecimento/arrefecimento, mantendo assim a temperatura do recinto dentro de limites adequados segundo um algoritmo predefinido pelo utilizador do sistema.

Geralmente este tipo de sistemas computacionais são utilizados para:

- Melhorar a fiabilidade e eficácia do sistema estufa;
- Reduzir a carga de trabalho do produtor;
- Melhorar a concordância entre as necessidades da cultura e o ambiente da estufa;
- Providenciar informação para ajudar a identificar problemas;
- Melhorar a qualidade e crescimento da colheita;
- Reduzir consumos energéticos, por unidade de produção, e melhorar os proveitos económicos.

Outro componente muito importante neste tipo de sistemas computacionais, principalmente se o controlo for em malha fechada, são as técnicas de controlo usadas. Neste campo tem sido feita diversa investigação. Os resultados têm sido bons através do recurso a conhecidas técnicas de controlo tais como o controlo Proporcional Integrativo Derivativo (PID), Fuzzy e Controlo Adaptativo (Cunha, 1997), entre outras.

Após o enquadramento feito relativamente à monitorização e controlo de estufas agrícolas, será feita a partir daqui a descrição do problema, que esteve na origem do sistema descrito neste artigo, e da respectiva implementação.

Características da Estufa

A estufa que se pretende monitorizar está instalada no sector de Viveiros Florestais da Escola Superior Agrária de Castelo Branco, Fig. 1. Trata-se de uma estufa do tipo túnel (Cermeño, 1990) de ambiente controlado com 15.3 m x 8.5 m ((área total de cerca de 130 m²). A sua utilização tem 3 vertentes complementares:

1. Constitui uma área vocacionada para a produção de plantas florestais e ornamentais, designadamente através de multiplicação vegetativa;
2. Dadas as condições de condicionamento ambiental que possui, a estufa é utilizada para a realização de trabalhos experimentais e de investigação nas áreas da multiplicação de plantas e melhoramento vegetal;
3. No âmbito das actividades anteriores, a estufa permite um importante apoio pedagógico em diversas disciplinas dos cursos ministrados na ESA.

O sistema de controlo ambiental desta estufa inclui:

- a) Sistema de *cooling* (Bucklin, 1993) para arrefecimento, baseado em dois ventiladores instalados num dos extremos da estufa e num painel celuloso humedecido localizado no outro extremo. O sistema é comandado por um conjunto de sensores dispersos pela estufa;
- b) Sistema de controlo de radiação baseado no emprego de uma rede de sombreamento accionada automaticamente;
- c) Sistema de rega e controlo de humidade baseado em aspersores / nebulizadores comandados por sensores de humidade suspensos sobre as bancadas da estufa;
- d) Sistema de controlo de temperatura das bancadas baseado num conjunto de resistências eléctricas que mantêm os substratos em que as plantas ou os propágulos estão instalados à temperatura mais conveniente para o seu desenvolvimento e crescimento.

O sistema proposto destina-se nesta primeira fase à monitorização de grandezas físicas da estufa (temperatura e humidade) e “vigia” do estado do nível hidrodinâmico do reservatório que alimenta o sistema de *cooling*, usando para isso diferentes formas de tornar disponível informação para um técnico responsável pela manutenção da estufa.

Nas próximas secções deste artigo será descrita a arquitectura do sistema proposto e os respectivos componentes que a constituem.



Fig. 1. Estufa da Escola Superior Agrária de Castelo Branco

ARQUITECTURA DO SISTEMA

O sistema proposto faz a aquisição, usando hardware com possibilidade de entradas/saídas, de sinais provenientes de sensores de temperatura e humidade instalados na estufa. Após a medição, com período de amostragem seleccionável, os dados são recolhidos e armazenados na Base de Dados (BD) de um PC, devidamente protegido contra efeitos ambientais nocivos. O responsável pela monitorização da estufa é avisado sempre que ocorram anomalias nas condições ambientais (ex. valores limite excedidos). As formas como o técnico tem acesso à informação são várias. A primeira consiste no envio de curtas mensagens para o telefone móvel do técnico, tecnologia Short Message Service (SMS), sempre que se verifiquem situações anómalas. A segunda permite ao utilizador consultar, em “tempo real”, os valores residentes na base de dados do PC, tecnologia *Wireless Application Protocol* (WAP) (Arehart, 2000). Isto permite o acompanhamento da evolução das condições ambientais a qualquer momento a partir de um local remoto, desde que munido de um telemóvel que suporte WAP. Por último, a terceira possibilidade, permite ao técnico consultar uma página WEB, tecnologia *Active Server Pages* (ASP) (Smith, 2000), e aceder aos valores recolhidos pelo sistema de aquisição.

Numa próxima evolução do trabalho será possível alterar os *set-points* dos sistema, valores de temperatura e humidade aceitáveis, e alterar o estado de alguns actuadores, como por exemplo ligar o sistema de rega. Na segunda fase serão também estudadas questões de segurança, uma vez que a alteração de *set-points* só poderá ser feita pelo(s) responsável(eis) da estufa.

A Fig. 2. mostra o diagrama geral do sistema correspondente à primeira fase, Monitorização.

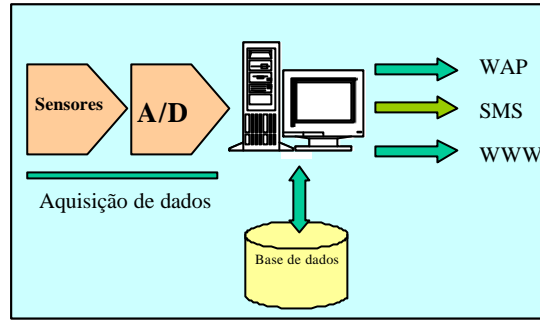


Fig. 2. Diagrama de Blocos do Sistema proposto

Componentes do Sistema

Para implementar o sistema de monitorização é usado hardware comercial e *software* desenvolvido para o efeito. De seguida será explicada cada uma destas componentes.

A - Hardware

O hardware escolhido para efectuar a recolha de dados, e posterior armazenamento numa BD, consiste num *logger* (NI 4350, 2001) que serve de interface entre os sinais provenientes dos sensores e a BD do PC. Além de possibilitar a leitura de dados, o *logger* escolhido permitirá, na próxima fase de desenvolvimento do projecto, agir sobre actuadores com comando do tipo liga/desliga, ex. electroválvulas ou ventiladores. As características principais do *logger* escolhido são:

- Permite a leitura de 14 termopares ;
- 60 leituras por segundo;
- Precisão de:
 - $\pm 0,42$ °C no caso de termopares
 - $\pm 0,42$ °C no caso de RTD
 - $\pm 0,42$ °C no caso de termistores
- ADC com resolução de 24 bits;
- 16 canais diferenciais;
- 8 linhas TTL para E/S digitais.

Quanto aos sensores utilizados para efectuar as leituras da temperatura a escolha foi por termopares.

Para monitorizar o estado do reservatório de água que alimenta o sistema de *cooling* são utilizados sensores comerciais de nível. O princípio é simples e encontra-se ilustrado na Fig.3.

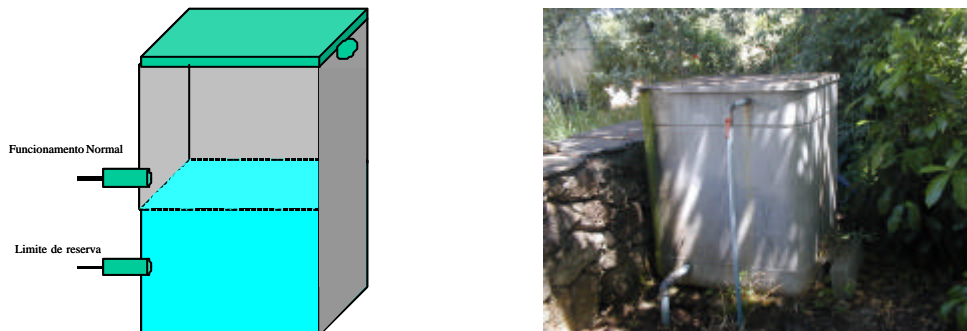


Fig. 3. Reservatório de água para sistema de *cooling*

A justificação de monitorização do nível hidrodinâmico do poço prende-se com o facto de que no Verão, ocorrem situações em que o poço atinge níveis mínimos críticos e coloca em risco o bom funcionamento do sistema de arrefecimento por *cooling* e por consequência das colheitas devido às temperaturas extremamente elevadas da época. O algoritmo de alarme consiste em avisar o técnico sempre que o sensor de limite inferior detectar falta de água. Acima do sensor de limite superior o estado fica em regime de funcionamento normal sem necessidade de manutenção. A sequência de passos é ilustrada na Fig.4, na qual os tempos de atraso 1 e atraso 2 são de 2 e 18 minutos respectivamente.

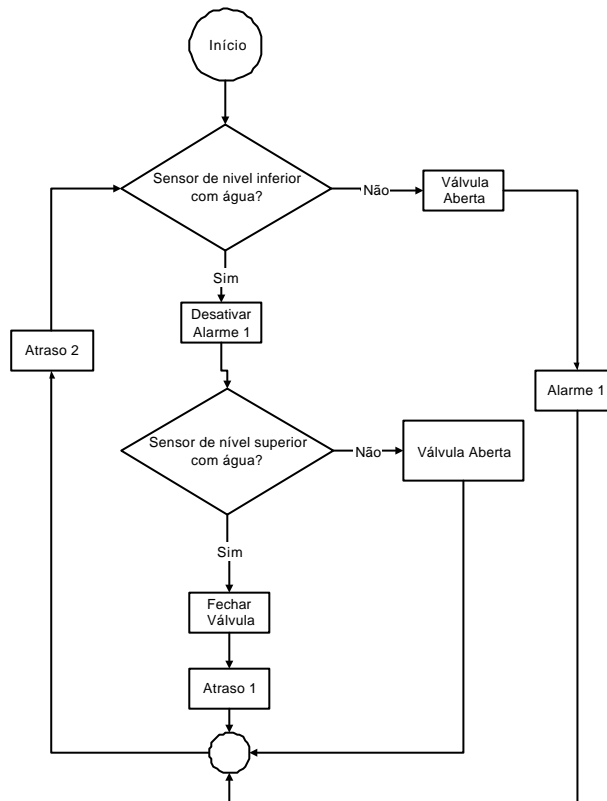


Fig. 4. Fluxograma da rotina usada para vigia do nível líquido do reservatório

B. Software

O software desenvolvido assenta sobre as seguintes tecnologias: LabVIEW 6i, SQL, ASP, HTML e WML, ver Fig.5.

- A componente de LabVIEW 6i (LabView 6i, 2001) é responsável pela aquisição dos dados lidos a partir do hardware e respectivo tratamento dos mesmos, pois pode acontecer anomalia de um dos sensores, sendo então necessário efectuar validações nos dados recolhidos para não induzir em erro o responsável pela estufa. De seguida estes dados serão introduzidos na BD, sendo então necessário interligar o LabVIEW com o SQL. É através desta tecnologia que é fornecida a interface com o utilizador (no PC).

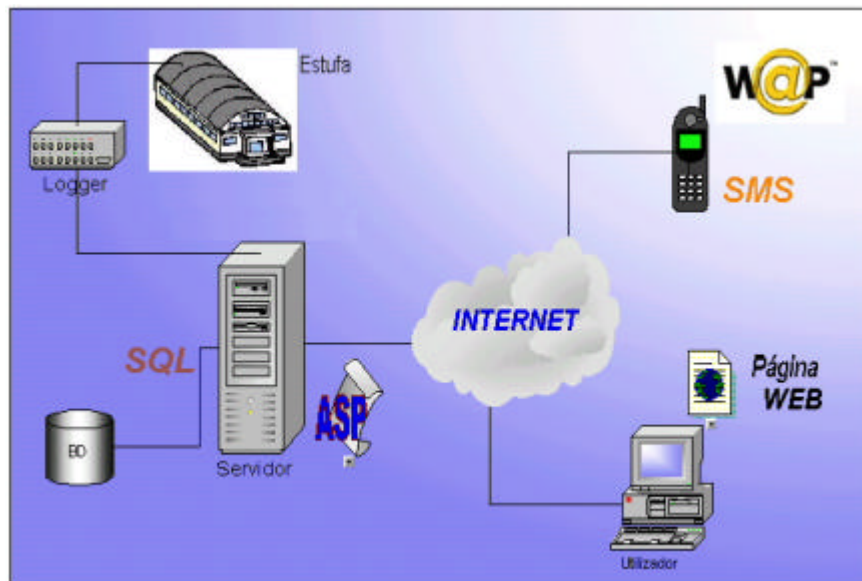


Fig. 5. Tecnologias utilizadas no sistema

- O SQL (Branchek, 1997) é utilizado neste sistema, não só para suportar toda a BD, onde são armazenados os valores lidos pelos sensores, mas também para fazer (através de *queries*) consultas à BD que irão manipular os dados. Entenda-se por manipular os dados, as operações de consulta e o cálculo das médias de temperatura e humidade do interior da estufa.
- A tecnologia ASP é utilizada para fazer a conexão à BD, sendo aqui embebido o SQL. Essa conexão é feita através de um ODBC redireccionado para a BD construída. Esta tecnologia encontra-se estreitamente ligada ao SQL, HTML e WML.
- O HTML é utilizado na construção da página WEB. Esta página tem a função de disponibilizar em “tempo real” os valores obtidos pelo *logger*, tanto na forma de gráficos representativos bem como em informação textual do estado corrente da estufa. O HTML também utiliza ASP, pois necessita de aceder à BD, e a forma de o fazer é utilizando *queries* de SQL embebidas em ASP (Vieira, 2000).
- A tecnologia WML é utilizada para criar o site WAP. Este site tem, com algumas limitações devida à própria tecnologia de suporte (WAP), as mesmas funcionalidades que a página WEB. As limitações cingem-se ao facto de apenas se disponibilizar informação textual, sendo esta ligeiramente mais resumida. Também no site WAP são disponibilizados valores em tempo real. Analogamente ao HTML, também no WML se encontram conjugadas as tecnologias ASP e SQL.

CONCLUSÕES

O sistema de monitorização exposto neste artigo ainda não está plenamente implementado mas alguns dos módulos mais importantes já estão. Assim, o acesso via WAP e o site WWW de suporte, o qual consiste noutra forma de acesso à informação mas que necessita de um PC, já estão implementados.

A terceira forma de aviso foi deixada para último porque o atraso no envio das mensagens por parte das operadoras de telemóveis celulares é significativo. A solução a adoptar, ainda em estudo, consistirá em efectuar uma chamada no caso de ocorrência de anomalias e posteriormente o técnico pelos outros meios pode verificar o tipo de anomalia.

Até agora os testes preliminares têm sido feitos em laboratório mas num futuro próximo o sistema será instalado na estufa da ESA.

REFERÊNCIAS

Arehart, C., Chidambaram, N., Guruprasad, S., Homer, A., Howell, R., Kasipillai, S., Machin, R., Myers, T., Nakhimovsky, A., Passani, L., Pedley, C., Taylor, R., Toschi, M., *Professional WAP*, ISBN: 1861004044, Wrox Press Inc., Julho 2000.

Branchek, B., Hazlehurst, P., Wynkoop, S., Warner, S.L., *Special Edition Using Microsoft SQL Server 6.5*, ISBN: 0-7897-0097-2, QUE® Corporation, 1997

Bucklin, R. A., Henley, R. W. e McConnell, D.B., *Fan and Pad Greenhouse Evaporative Cooling Systems*, Circular 1135, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, Dezembro 1993.

Cermeño, Z. S., *Estufas Instalações e Maneio*, Litexa Editora Lda, 1990.

Cunha, J., Couto, C., Ruano, A. E. B., *Real Time Parameter Estimation of Dynamic Temperature and Humidity Models for Greenhouse Adaptive Climate Control*, in proceedings of the 4th IFAC Workshop on Algorithms and Architectures for Real-Time Control, Vilamoura, pp. 147-152, Abril 1997.

LabView 6i - Measurement and Automation Software, The Measurement and Automation catalog 2001, National Instruments, 2001, pg. 52.

Metrólho, J.C., *Rede CAN para Comando de Actuadores em Estufas Agrícolas*, dissertação para obtenção do grau de Mestre, Departamento de Electrónica Industrial, Escola de Engenharia da Universidade do Minho, Guimarães - Portugal, Setembro de 1999.

NI 4350 - *High-resolution temperature and voltage loggers*, The Measurement and Automation catalog 2001, National Instruments, 2001, pg. 359.

Smith, E. A., MCSO, *Active Server Pages Bible*, 2000, ISBN : 0-7645-4599-X, IDG Books Worldwide Inc.

Vieira, J., *Programação Web Com ASP-Active Server Pages*, ISBN: 972-8426-21-6, Edições Centro Atlântico, 2000

Zazueta, F. S., Bucklin, R., Jones P. H. e Smajstrla, A. G., *Basic Concepts in Environmental Computer Control of Agricultural Systems*, Circular 1029, Florida Cooperative Extension Services, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, Dezembro 1991.