AINFO

KDL - KIT DE DESENVOLVIMENTO LABORATORIAL APLICADO NA AVALIAÇÃO DO TEMPO DE RESPOSTA DE METODOLOGIAS TERMOELÁSTICAS ADAPTADAS AO ESTUDO DAS RELAÇÕES ÁGUA-PLANTA

Pessoa[(1)(*)], J. D. C.; Freire[(1)], L.; Ferreira[(1)], V.C; Cruvinel[(1)], P.E.; Calbo[(2)], AG.;
(1) Embrapa Instrumentação Agropecuária, Cx. Postal 741, 13560-970, São Carlos-SP
(2) Embrapa Hortaliças, Cx. Postal 218, 70359-970, Brasília-DF
(*) e-mail: dalton@cnpdia.embrapa.br
Apoio: Projeto Embrapa 12.096.051

ABSTRACT

The laboratorial KDL kit for continuous image capture and data aquisition system's development is a software libraries which allows the automation of experiments in the plant phisiology field. This paper presents and example of the KDL kit use for determination of a fluid's volumetric expansion by means of temperature increment in time. This phenomena has potential application in variable thermodynamic measurements, mainly for the measure of cell turgor. To measure volume expansion the routines to determine meniscus position were added with the module for image aquisition, that evidenciated a linear relationship between volumetric expansion and temperature variation in a fluid. Besides, potentialities and limitations of the method were discussed.

Key-word: automation, data aquisition, image capture

RESUMO

O Kit de Desenvolvimento Laboratorial (KDL) é um conjunto de bibliotecas de software que implementam recursos para captura contínua de imagens, aquisição de dados e permitem, ou facilitam, a automação de experimentos e equipamentos. Neste trabalho o KDL foi utilizado na determinação da dinâmica da expansão volumétrica de um fluido submetido a um incremento de temperatura, fenômeno com potencial de aplicação na medida de variáveis termodinâmicas relacionadas à descrição das relações água-planta, em especial a medida de turgescência celular. Para a realização das medidas de volume, ao módulo de aquisição contínua de imagens foram adicionadas rotinas para localização da interface de dois fluidos, mostrando uma relação linear entre a velocidade de expansão volumétrica e a variação de temperatura do fluido. Algumas aplicações do KDL são mencionadas e a potencialidade e limitações do kit discutidas

Palavras-chave: automação, aquisição de dados, captura de imagem

1 Introducão

A utilização do Kit de Desenvolvimento Laboratorial (KDL) é uma alternativa para automação de experimentos, permitindo a leitura e escrita automática de dados analógicos e digitais através de uma placa de IO, da comunicação com outros equipamentos através das interfaces paralela ou serial e da captura de imagens através de uma placa digitalizadora. Algumas funções do kit podem ser prontamente usadas (as funções da placa de IO, a disponibilização da imagem digitalizada no monitor do computador e a captura de frames)

: 19221

EMBRAPA/CNPHortaliças

enquanto outras devem ser adicionadas de acordo com as necessidades específicas (análise das imagens e os protocolos de comunicação).

Com o kit pretende-se ampliar as possibilidades experimentais facilitando a execução de ensaios de longa duração, cansativo ao operador humano, com alta taxa de coleta de dados e/ou que exijam a análise de observações visuais. O compromisso com a flexibilidade e baixo custo do sistema torna-o uma ferramenta de laboratório adequada para aplicações gerais e reduz os custos de programação em aplicações específicas.

O fenômeno aqui estudado, a dinâmica de expansão volumétrica de um fluido submetido a uma variação de temperatura, faz parte de desenvolvimentos instrumentais para caracterização de amostras fluidas (Pessoa e Calbo, 1997) e medida de turgescência celular (Calbo e Pessoa, 1995) e só poderia ser quantificado com auxílio de algumas funções disponibilizadas no KDL: o controle de uma fonte de calor resistiva, a captura e análise de imagens.

2 Objetivos

O objetivo deste trabalho é apresentar e aplicar o KDL na determinação da dinâmica da expansão volumétrica de um fluido submetido a diferentes incrementos de temperatura, resultado que sugere um procedimento de otimização do controle da posição do menisco, metodologia com potencial de aplicação nos estudos das relações água - plantas.

3 Materiais e Métodos

Um capilar de vidro com volume total de (aproximadamente) 0.5μL foi quase completamente preenchido com óleo mineral (coeficiente de expansibilidade térmica 7.4×10^{-4} $°C^{-1}$) e a extremidade do bulbo selada com cianoacrilato. Próximo à extremidade oposta do capilar, onde o menisco óleo/ar foi observado, o diâmetro era de 20μm.

O capilar foi instalado em uma fonte de calor resistiva protegida por um banho termostatizado de 3L de água à temperatura ambiente. O recipiente possuia paredes metálicas para homogeneizar a temperatura do banho e revestimento de isopor (espessura de 20mm) para reduzir os efeitos de variação da temperatura ambiente.

O aquecedor foi alimentado por uma fonte regulável e estável controlada pelo computador, através de uma saída analógica da placa de IO e do KDL.

A ponta do capilar foi instalada sob um microscópio com aumento de 100X e o menisco observado por uma câmara cujas imagens eram processadas por uma placa digitalizadora, disponibilizadas no monitor do computador e analisadas por rotinas do KDL para localização do menisco em cada *frame*.

A interação do hardware com o KDL é mostrada na Figura 1 e a montagem experimental na Figura 2.

O módulo do kit responsável pela aquisição de imagens foi implementado utilizando as funções do kit de desenvolvimento "Video For Windows 1.0" da Microsoft. A utilização deste kit torna a implementação da captura compatível com qualquer dispositivo de captura de vídeo do padrão *Plug and Play*. O módulo de captura de vídeo foi testado com a placa de captura de vídeo "WaveWatcher TV-PCI" da empresa AITech. Esta placa de vídeo necessita dos seguintes requerimentos de sistema:

a) IBM PC Pentium 75 ou superior.
b) 8 MB de memória RAM
c) 4 MB de espaço em disco.
d) Monitor padrão VGA
e) Sistema operacional Windows 95 ou Windows 3.1
f) Um slot do tipo PCI.

O kit e o sistema implementado foram codificados em C++ e implementados utilizando o ambiente de programação Builder para o sistema operacional Windows 95.

O módulo de análise das imagens funciona da seguinte maneira: Inicialmente o usuário determina o eixo do capilar, os níveis de saturação e contraste da imagem, o filtro da mediana e o número de linhas a serem analisadas em torno do eixo. Para cada imagem capturada as linhas escolhidas são analisadas em busca de uma variação de cor que indicariam a interface entre o óleo e o ar (menisco). Uma vez encontrado o menisco sua posição é calculada em pixel e posteriormene transformada em micrometros. No módulo de análise os filtros evitam que alguma mancha na imagem seja confundida com o menisco (Ferreira, 1998).

O módulo do kit que gerencia a placa de entrada e saída foi desenvolvido para a placa CIO-DAS08/Jr-AO da Empresa Computer Boards. Esta placa possui um conector macho de 37 pinos do tipo D. A variação de tensão da placa se encontra no intervalo de –5V a +5V. A configuração da pinagem da placa é a seguinte:

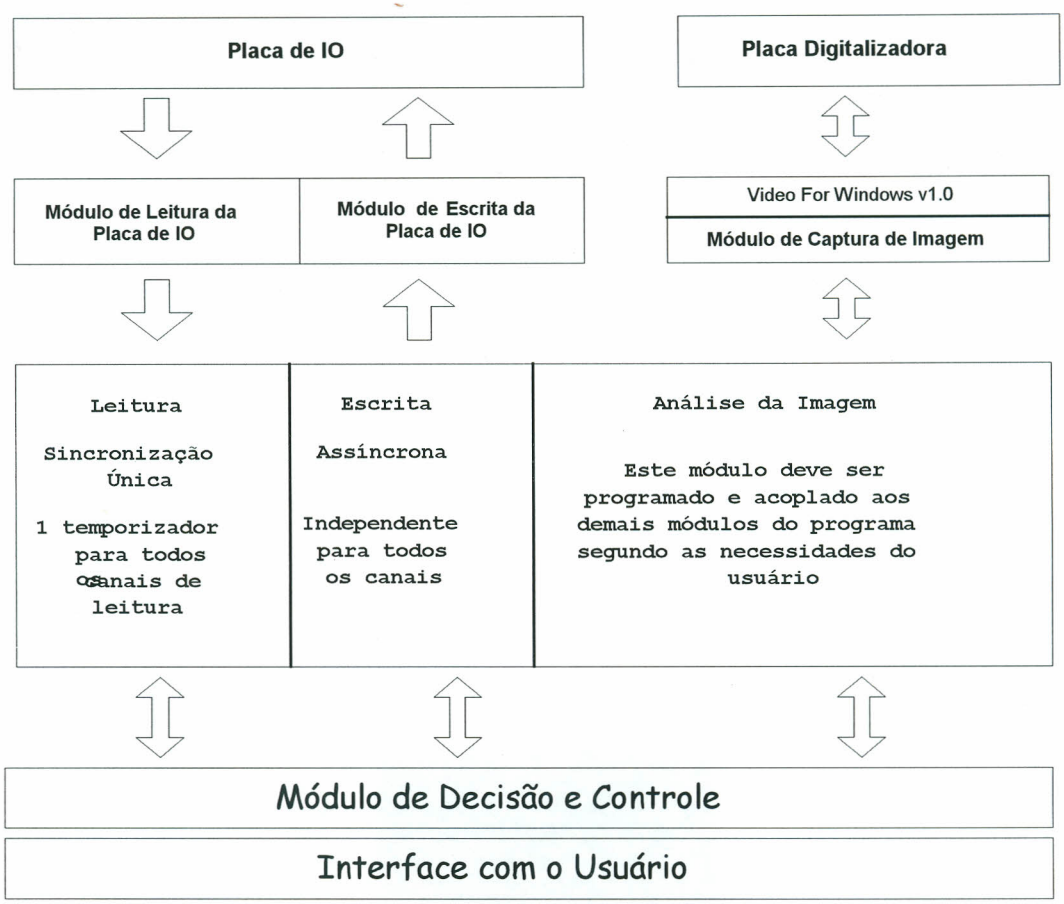

Figura 1: Estrutura de interação KDL e hardware.

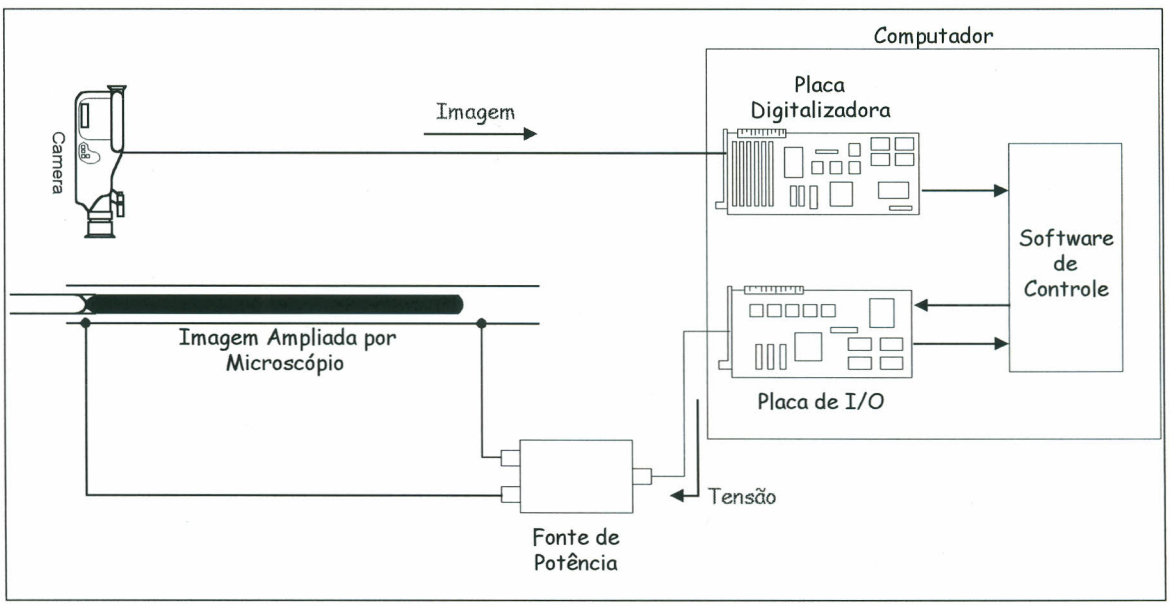

Figura 2: Montagem para a realização do experimento de variação da posição do menisco em função da temperatura no interior do capilar.

a) 8 pinos para a entrada analógica (pinos de 1 a 8).
b) 8 pinos para a saída digital (pinos de 9 a 16).
c) 2 pinos para a saída analógica (pinos 18 e 19).
d) 4 pinos GND analógicos (pinos 17, 20, 21, 22 e 23).
e) 2 pinos GND digitais (pinos 37 e 36).
f) 8 pinos de entrada digitais (pinos 24 a 31)
g) 4 pinos de tensão (pinos 32 (+5V), 33 (+5V), 34 (-12V) e 35 (+12V)).

Esta placa possui AD de 12 bits onde os dados de entrada e saída são manipulados através de um endereço de memória denominado de 'endereço base', que é ajustado através de um conjunto de *jumpers* da própria placa.

Durante o ensaio as posições do menisco no capilar eram registradas em função do tempo enquanto o fluido era submetido a uma variação de temperatura positiva seguida de uma negativa de mesmo módulo, correspondente à variação de potência dissipada no aquecedor. A Figura 3 mostra o comportamento da coluna de óleo para quatro sequências.

4 Resultados e Discussões

No projeto do KDL optou-se por desenvolver os módulos de aquisição de imagens e de controle de dados de forma a torná-los independentes um do outro, mas disponíbilizando a opção de sincronismo entre os dois serviços.

O kit possui determinadas características em seus módulos que são derivadas da forma de implementação utilizada. O módulo de captura de imagens foi construído utilizando as rotinas do "Vídeo For Windows 1.0", que funcionarão para todas as placas digitalizadoras que sejam compatíveis com o padrão "Plug and Play" do Windows 9.x da Microsoft. O módulo de leitura e escrita foi desenvolvido especialmente para a placa CIO-DAS08/Jr-AO da Empresa Computer Boards e portanto funcionará apenas para ela, entretanto esta limitação é compensada pelo baixo custo de aquisição da placa.

Em determinadas aplicações a velocidade de captura é relevante para a execução do experimento. Da maneira como o módulo foi implementado a velocidade não foi otimizada em benefício da sua aplicabilidade a um conjunto maior de placas digializadoras.

No experimento percebeu-se que um fator limitante no desempenho do software era a execução do módulo de análise da imagem, que consumia um tempo relativamente grande e restringia o desempenho do software a tres ou quatro imagens por segundo.

Com as características de hardware aqui descritas e a estruturação mostrada na Figura 1 foram analisados 2 *frames* por segundo para obtenção do gráfico da Figura 3.

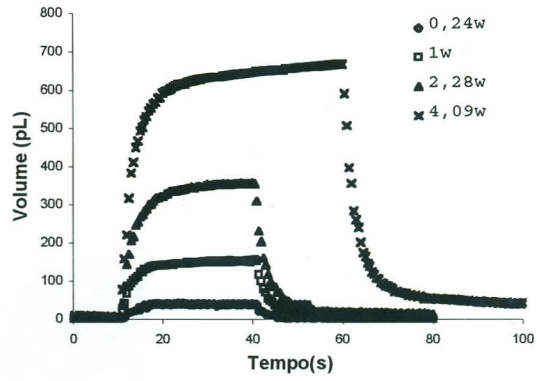

Figura 3. Volume correspondente à expansão de uma coluna de óleo submetida a quatro variações de temperatura.

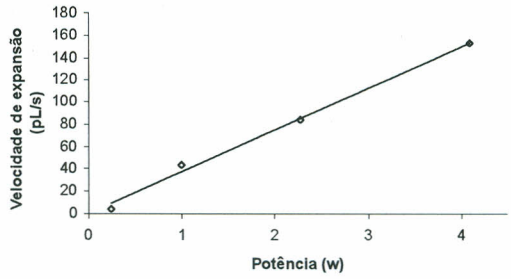

Figura 4: Velocidade de expansão (Vel, pL/s) do fluido utilizado no experimento em função da potência (Pot, w) aplicada no aquecedor resistivo: Vel = 37.42*Pot – 0.15, r^2=0.995.

Os primeiros pontos de cada curva da Figura 3, quando a amostra começa a ser aquecida, foram comparados e ajustados por retas com diferentes inclinações, proporcionais à potência aplicada. Isto indica que a velocidade de expansão volumétrica é linearmente proporcional à potência aplicada (Figura 4),

relação que pode otimizar os procedimentos de controle de posicionamento do menisco (Bertucci Neto et al., 1998).

Para facilitar ainda mais o uso do kit de automação pretende-se transformar os módulos em componentes de ambientes de desenvolvimento, como os encontrados no Delphi ou no Builder.

5 Conclusão

O KDL é uma ferramenta amigável e flexível para automação laboratorial que se mostrou indispensável na obtenção dos resultados aqui apresentados.

A constatação experimental apresentada na Figura 4 indica um mecanismo simples para controle da posição do menisco, cujo tempo de deslocamento pode ser otimizado com a relação aqui apresentada.

6 Referências

BERTUCCI NETO, V.; PESSOA, J.D.C.; CRUVINEL, P. E.; CALBO, A. G. Dynamics in Measurement of plant intracellular pressure: a control system approach. **In**: XII Congresso Brasileiro de Automática, p.189. 1998.

CALBO, A. G.; PESSOA, J. D. C.; Desenvolvimento de uma micro-sonda para avalia;ão de turgor em orgão vegetais. V Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal; p.352; 1995.

FERREIRA, C. V.; Desenvolvimento de Software para Automação de Parte do Sistema de Controle de Pressão Intracelular de Plantas do Projeto 12.096.051; **Relatório de Estágio**; Embrapa-CNPDIA; 1998.

PESSOA, J. D. C.; CALBO, A. G.; Caracterização do Comportamento Compressivo-Expansivo de Amostras Fluidas com Volume da Ordem de Micro-Micro Litros. I Simpósio Nacional de Instrumentação Agropecuária; p.411/415; 1997.