



TRATAMENTO DE DADOS AMBIENTAIS DO EXPERIMENTO FACE – CLIMAPEST

JOÃO PAULO TEIXEIRA¹; ANDRÉ TORRE-NETO²; RAQUEL GHINI³

Nº12417

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi elaborar um software para armazenar e consultar os dados obtidos através de sensores ambientais instalados num experimento do tipo FACE (Free Air Carbon-dioxide Enrichment), localizado no campo experimental da Embrapa Meio Ambiente, em Jaguariúna, SP. O experimento é constituído por seis blocos, cada um contendo duas parcelas na forma de anéis de 10 metros de diâmetro, sendo um anel com injeção de CO₂ e outro não. Primeiramente, foi criado um banco de dados contendo uma tabela com 66 colunas para o armazenamento de dados coletados por 12 sondas de medição de CO₂. Além disso, os dados de outros sensores foram armazenados, como os coletados por estações climatológicas que realizam leituras como: direção e velocidade do vento, temperatura, umidade relativa do ar, pressão atmosférica, radiação solar global e radiação fotossinteticamente ativa. O experimento conta também com seis sensores que medem o nível de carga das baterias. Todos estes itens, juntamente com a informação da data e hora, somam as 66 colunas destinadas ao armazenamento dos dados de leitura de cada um desses sensores. Ao término desta etapa, os arquivos gerados pelo experimento foram importados para o banco de dados, a fim de realizar testes com comandos *SQL*, para verificar se estavam sendo selecionados os valores corretos. Na etapa seguinte, foi desenvolvido um software em linguagem Delphi que faz a interface do usuário com o banco de dados e, nesta primeira versão, fornece dados como média diurna, média noturna e média diária, que são filtrados por data.

¹ Bolsista Embrapa: Graduação Eng. Controle e Automação, FAJ, Jaguariúna-SP, jauuun@hotmail.com

² Pesquisador, Embrapa Instrumentação, São Carlos-SP

³ Orientadora: Pesquisadora, Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna-SP



ABSTRACT

This work's objective is to develop a software for storage and retrieval of environmental data captured by probes located in a Free Air Carbon-dioxide Enrichment - FACE experiment, installed at Embrapa Environment's experimental field, located in Jaguariúna, at the State of São Paulo. The experiment consists of six blocks containing two plots in ring shape with rings of 10 meters in diameter each, one with and the other without CO₂ injection. Altogether there are 12 rings with 12 CO₂ probes, and in addition, each CO₂ ring has a climatological station that provides data of speed and wind direction, temperature, relative humidity, atmospheric pressure, photosynthetic and global solar radiation. The experiment has also six battery level sensors for charge control. All these items together, plus date and hour, make up the 66 data storing columns obtained from these sensors. First step was to develop a 66 column-database in order to store all this data. Then, import the data generated, to perform SQL command tests, to check if the selected values were correct. Finally, a software was developed in *Delphi* language to create the interface between user and database. In this stage of development, daylight, nocturnal, or daily averages can be obtained by date.

INTRODUÇÃO

O aumento da concentração de CO₂ na atmosfera é um assunto que vem sendo discutido há algum tempo (IPCC, 2007). Como os níveis de CO₂ tendem a continuar aumentando, surgiu a necessidade de analisar o comportamento das plantas cultivadas, uma vez que a agricultura é uma atividade de grande importância para a economia do país (GHINI et al., 2011). A partir dessa necessidade, testes foram conduzidos em ambientes controlados, porém estes testes têm suas limitações, pois no campo há outras variáveis que devem ser levadas em consideração. Uma metodologia mais adequada para esse tipo de estudo é o experimento do FACE (Free Air Carbon-dioxide Enrichment).

Este experimento consiste basicamente em um conjunto de anéis dispostos em uma determinada área cultivada ou com vegetação natural. Experimentos desse tipo vêm sendo conduzidos em vários países do mundo como Estados Unidos, Dinamarca, Alemanha, Japão, entre outros, e mais recentemente no Brasil.



O FACE brasileiro foi desenvolvido por uma equipe de pesquisadores da Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), e está localizado no campo experimental, na cidade de Jaguariúna, SP. Este experimento é o único no mundo que tem como foco principal o estudo de problemas fitossanitários, e o primeiro com a cultura do café. Além disso, é o único equipado com tecnologia wireless. Neste FACE, o controle de injeção de CO₂ é totalmente automático e todos seus sensores enviam os dados, via rádio, para um computador instalado no laboratório (TORRE-NETO et al., 2011).

Através de um software desenvolvido no *Labview 8.2*, este computador executa o controle da direção de injeção de CO₂ de acordo com os dados de direção e velocidade do vento, recebidos dos sensores instalados nos anéis. Todos os dados recebidos dos sensores são atualizados no programa com um intervalo de 2 minutos e são gravados a cada 5 minutos, gerando um arquivo diário, que é armazenado no HD.

Porém, como se trata de uma rede sem fio, podem ocorrer perdas em algumas coletas de dados e, conseqüentemente, estes dados são gravados com valores incorretos; como por exemplo, zero, que não é um valor verdadeiro. No caso do CO₂, por exemplo, a concentração atmosférica atual está em torno de 395 ppm (partes por milhão), portanto o valor zero é falso.

Antes da introdução deste programa, os dados incorretos tinham que ser removidos manualmente e somente após essa remoção de dados eram calculadas as médias diurnas (período das 7h às 17h) e noturnas (17h05min às 06h55min), com auxílio do Microsoft Excel. A partir dessa dificuldade surgiu a necessidade de desenvolver um método para realizar este trabalho automaticamente. Dessa forma, o presente trabalho teve por objetivo importar os dados para um banco de dados e conectá-lo a um software que através de comandos SQL realizasse a filtragem, selecionando somente os dados válidos, calculando as médias diurnas, noturnas e diárias e retornando o resultado para o usuário.

MATERIAL E MÉTODOS

Criação do banco de dados e da tabela

Ao executar o programa *MySQL Command line Client* (software para a criação e manutenção de banco de dados), surge uma tela preta, semelhante a tela do MS-DOS, e nele são digitados comandos SQL, como exemplo, "**Select * from**

nome_da_tabela;". Este comando seleciona todos os registros contidos na tabela. Mas, primeiramente, é necessário criar o banco de dados com o comando "**Create database nome_desejado;**". A tela do programa e a criação de um banco de dados podem ser vistos na Figura 1. Logo abaixo do comando é apresentada a confirmação de que o comando foi executado com sucesso, ou seja, o banco de dados foi criado.

```
C:\Program Files\MySQL\MySQL Server 5.0\bin\mysql.exe
Enter password: *****
Welcome to the MySQL monitor.  Commands end with ; or \g.
Your MySQL connection id is 4
Server version: 5.0.45-community-nt MySQL Community Edition (GPL)

Type 'help;' or '\h' for help. Type '\c' to clear the buffer.

mysql> Create database FACE;
Query OK, 1 row affected (0.31 sec)

mysql>
```

FIGURA 1. Tela *MySQL Command line Client* e um exemplo de criação de banco de dados.

Uma vez criado o banco de dados, o próximo passo foi criar uma tabela. Para isso foi usado o comando "**Create table nome_da_tabela (nome_das_colunas tipo);**". O nome adotado para esta tabela foi **CO2** e como citado anteriormente, foram criadas 66 colunas.

Cada coluna foi formatada de acordo com o tipo/formato dos dados a serem armazenados. Por exemplo, para a concentração de CO₂ nos anéis a coluna deve conseguir armazenar um valor numérico com quatro dígitos e duas casas decimais.

Para facilitar na criação dos campos, foi instalado o software *MySQLFront*, que possui a mesma função do *MySQL Command line Client*, porém com uma interface gráfica que facilita o manuseio dos campos e também dos dados.

Criação de um software para comunicação com o banco de dados

Para a criação de um software que fará a conexão com o banco de dados foi escolhida a linguagem *Delphi* e o compilador *Delphi 7 da Borland* (versão acadêmica). Este compilador, além de possuir vários componentes que se conectam ao banco de dados, apresenta uma interface amigável.

O driver de conexão com *MySQL* foi instalado e, a seguir, o programa estava pronto para realizar uma conexão ao banco de dados. Um **Data Module** foi inserido e salvo como **DataM**, onde foram inseridos os componentes que se comunicam com o banco de dados, sendo eles *SQLConnection*, *SQLTable* e *SQLQuery* todos da paleta *dbexpress*, que é uma paleta que contém componentes que se conectam ao banco de dados possibilitando tanto fazer consultas como realizar alterações no mesmo.

O *SQLConnection* foi renomeado para **conecta_banco** e sua função é efetuar a conexão entre o software e o banco de dados; o *SQLTable*, renomeado para **SQLTable1**, é ligado ao **conecta_banco** e nele é escolhido uma tabela para se conectar à tabela CO₂. O *SQLQuery* foi usado quatro vezes, sendo uma vez para a média de CO₂, uma para média de temperatura, uma para média de umidade e uma para a média de pressão. Sua função é executar os comandos SQL no banco e mostrar o resultado na aplicação.

Com os componentes inseridos e devidamente configurados, deu-se início a criação de uma tela, para que o usuário pudesse tanto escolher as opções de pesquisa, como visualizar os resultados. Foi criado um *form* com nome **ftela_principal**, que é o principal componente do software, onde são inseridos os componentes visuais.

Ao iniciar esta fase da programação foram inseridos cinco componentes chamados *Combobox*, localizados na *paleta Standard*, que funcionam basicamente como uma caixa de seleção, onde são exibidas várias opções e o usuário deve selecionar uma. Três destes componentes foram utilizados para a escolha da data (dia, mês, ano), um para a escolha do anel e o quinto para escolher entre as opções média diurna, média noturna e média diária.

Também foi inserido um botão que ao ser clicado inicia o processo de pesquisa no banco de dados. Além disso, foram inseridos quatro componentes chamados *Edit*, que servem tanto para o usuário digitar informações, quanto para visualizá-las. Neste caso, o *Edit* foi utilizado para mostrar ao usuário os dados de média de concentração de CO₂, média de temperatura, média de umidade e média de pressão. Após a montagem da parte visual, foram inseridos os códigos para que o software pudesse funcionar. Basicamente, foram criadas variáveis, que armazenam as opções escolhidas pelo usuário e as enviam para o *SQLQuery*, que faz a consulta no banco de dados e mostra os resultados nos *Edits* que foram inseridos no *form*.

Criação da tela de login

Com a aplicação criada e funcionando, foi criada uma tela de **login** que faz o controle de acesso à aplicação, para isso foi criada uma tabela chamada **login** no banco de dados e os componentes utilizados foram do mesmo tipo dos utilizados na tela principal: dois *Edits*, sendo um para usuário e outro para senha e dois botões sendo um para confirmar e um para cancelar. Ao clicar no botão confirmar, o programa compara o conteúdo dos *Edits* com o conteúdo da tabela **login** e, se for verdadeiro, permite o acesso. Caso contrário, informa uma mensagem de erro e permite mais duas tentativas. Ao efetuar três tentativas falsas ou ao apertar, o botão cancelar, o programa é fechado. Também foi utilizado o componente *SQLQuery*.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Criação do banco de dados e da tabela

Primeiramente, foi feita uma verificação no padrão numérico dos dados salvos pelo experimento do tipo FACE, atentando-se ao número de dígitos antes e depois da vírgula, e, após isso, pôde-se elaborar uma tabela para qual foram importados os dados (Figura 2).

anel_01	anel_02	anel_03	anel_04	anel_05	anel_06	anel_07	anel_08	anel_09	anel_10	anel_11	anel_12	direcao_01	velocidade_01	temperatura_01
463.50	476.5	490.4	669.70	437.70	264.90	496.70	466.30	0.00	0.00	700.70	0.00	0	0.0	0.0
455.00	474.1	476.9	565.80	430.30	248.60	487.80	450.60	0.00	0.00	454.20	0.00	205	0.4	16.0
467.80	466.7	462.5	543.50	428.00	232.60	487.30	441.30	0.00	0.00	455.00	0.00	294	0.8	16.3
574.60	454.9	456.8	515.90	453.50	233.90	497.40	442.70	0.00	0.00	462.70	0.00	245	0.4	16.6
697.40	455.0	444.3	454.40	542.30	244.70	484.90	459.70	0.00	0.00	523.70	0.00	267	0.3	16.9
573.70	447.3	442.5	550.70	543.60	236.60	487.00	729.90	0.00	0.00	542.80	0.00	234	0.4	17.2
596.10	435.2	439.0	515.60	480.40	235.40	484.40	546.10	0.00	0.00	533.80	0.00	257	0.4	17.4
758.50	436.3	436.5	612.50	563.90	238.60	484.90	598.80	0.00	0.00	586.40	0.00	249	0.5	17.6
636.90	451.7	437.6	535.70	486.00	237.50	491.30	499.60	0.00	0.00	534.80	0.00	0	0.0	0.0
461.40	445.3	431.3	498.30	441.10	227.40	468.60	582.70	0.00	0.00	436.30	0.00	231	0.4	18.0
459.10	444.4	427.5	499.40	443.80	229.30	472.30	443.10	0.00	0.00	435.80	0.00	341	0.3	18.2
460.30	451.2	419.6	462.10	443.60	217.80	452.60	439.30	0.00	0.00	434.50	0.00	171	0.6	18.5
530.30	427.2	416.9	512.90	444.00	219.80	444.50	454.60	0.00	0.00	492.70	0.00	194	0.7	18.7
552.30	416.8	416.1	550.70	464.80	218.20	429.50	440.80	0.00	0.00	482.00	0.00	170	0.6	19.0
634.70	428.6	415.6	455.20	452.30	214.20	429.40	434.10	0.00	0.00	451.10	0.00	209	0.9	19.2
479.50	410.8	403.0	460.40	436.50	220.60	426.00	435.20	0.00	0.00	591.30	0.00	82	0.1	19.6
498.40	414.7	391.6	458.70	444.10	217.10	2.00	449.60	0.00	0.00	423.60	0.00	233	0.4	20.0
490.90	423.6	2.0	455.20	436.80	221.80	421.90	436.50	0.00	0.00	435.20	0.00	0	0.0	0.0
445.00	411.7	389.8	545.10	441.50	208.00	408.10	434.40	0.00	0.00	420.10	0.00	107	0.2	20.8
545.30	393.7	396.3	472.10	434.80	204.50	411.10	501.50	0.00	0.00	414.60	0.00	75	0.9	21.2
611.90	407.8	373.6	533.70	464.50	211.50	407.70	544.10	0.00	0.00	548.40	0.00	0	0.0	0.0
609.10	387.3	375.4	544.90	517.00	195.10	399.60	581.80	0.00	0.00	499.20	0.00	80	1.8	22.0
592.40	387.8	370.2	534.80	518.00	208.90	387.80	494.60	0.00	0.00	506.90	0.00	75	0.7	22.3
588.90	393.3	368.8	528.30	548.40	190.30	382.00	465.20	0.00	0.00	450.30	0.00	59	1.6	22.7
557.80	396.1	361.4	512.80	502.40	185.40	387.00	571.70	0.00	0.00	492.30	0.00	63	1.7	22.9
581.30	379.5	367.8	507.80	545.20	191.70	387.60	411.60	0.00	0.00	531.20	0.00	81	1.9	23.0
560.60	380.4	369.0	511.00	438.30	185.90	2.00	525.80	0.00	0.00	471.80	0.00	79	1.9	23.4

FIGURA 2. Tabela CO2 com os dados inseridos.

Criação de um software para comunicação com o banco de dados

A tela que se comunica com o banco de dados foi montada inicialmente com a aparência mostrada na Figura 3, mas, ao ser finalizada, foi modificada para ter uma aparência mais amigável, que pode ser vista na Figura 4.

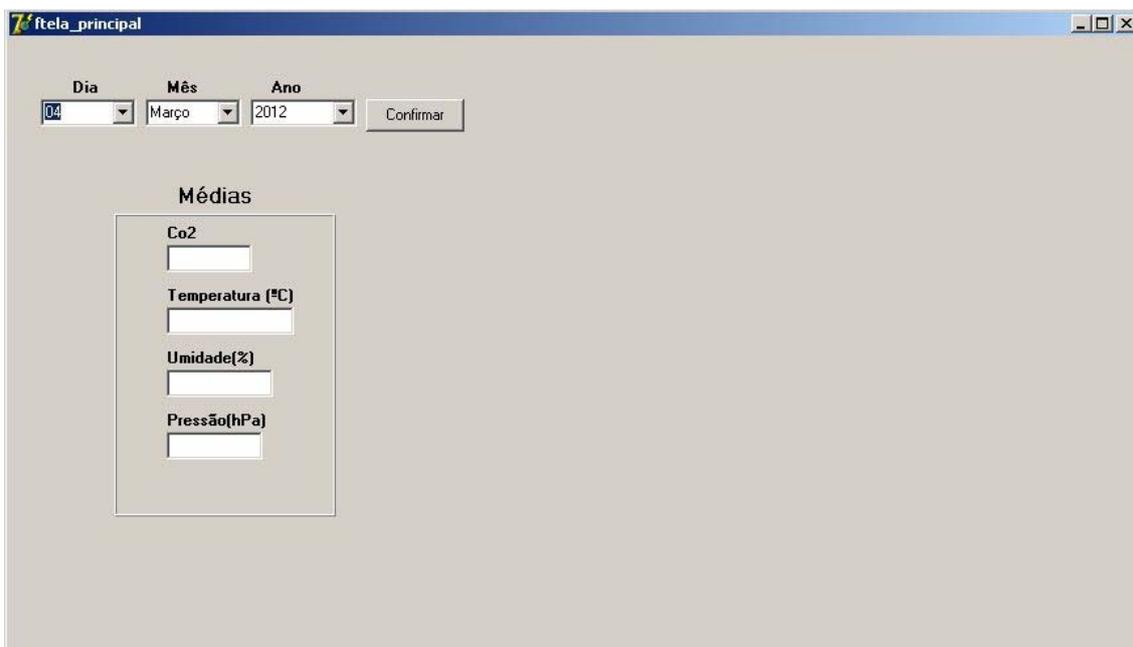


FIGURA 3. Tela do software montada.



FIGURA 4. Tela do software finalizada.

Criação tela de login

A tela de **login** foi criada após a tela principal, porém, é executada antes e, como já foi dito, compara os dados inseridos com os que estão presentes no banco de dados (Figura 5).



FIGURA 5. Tela de login pronta.

Checagem da funcionalidade do software

A fim de testar a funcionalidade do software, as médias foram calculadas com o método antigo e também com o software (Figuras 6 e 7, respectivamente).

	A	B	C	D	E
288		398,1	21,1	78,9	942,2
289					
290	ANEL 01 MEDIA DIURNAS				
291	Data	CO2	Temperatura	Umidade	Pressão
292	31/01/2012	498,6639	25,58240741	56,31574	942,0981

FIGURA 6. Médias diurnas calculadas manualmente com uso do Excel.

Data			Opções	
31	Janeiro	2012	ANEL 01	Média diurna (7 às 17h)
Médias				
CO2 (ppm)	Temperatura (°C)			
498,663866	25,58241			
Umidade (%)	Pressão (hPa)			
56,31574	942,09815			

FIGURA 7. Médias diurnas calculadas pelo software.



Algumas melhorias já estão previstas e logo serão realizadas como, por exemplo, adicionar o cálculo de desvio padrão ao software.

CONCLUSÃO

Um software foi desenvolvido para realizar de maneira automática a filtragem e cálculo de médias dos dados obtidos com o experimento FACE. A comparação entre o software desenvolvido e o método usado anteriormente mostrou que o software é funcional e que dispensa todo o trabalho manual que era realizado.

AGRADECIMENTOS

Ao projeto Climapest e à Embrapa, pela bolsa concedida.

À Anamaria Mayer Dentzien, ao Guilherme Fernando Lebet e ao Claudemir Aparecido Donetti, pelo auxílio na revisão do trabalho.

REFERÊNCIAS

IPCC. Climate change 2007: The physical science basis. Geneva Switzerland. Intergovernmental Panel on Climate Change. 2007.

GHINI, R.; BETTIOL, W.; HAMADA, E. Diseases in tropical and plantation crops as affected by climate changes: Current knowledge and perspectives. **Plant Pathology**, v. 60, p. 122-132, 2011.

TORRE-NETO, A.; GHINI, R. Rede de sensores sem fio para monitoramento e controle de processos em ambiente agrícola. In: INAMASU, R. Y.; NAIME, J. de M.; RESENDE, A. V. de; BASSOI, L. H.; BERNARDI, A. de C. (Ed.). **Agricultura de precisão: um novo olhar**. São Carlos, SP: Embrapa Instrumentação, 2011. Pag.115-119.