

## INSTRUMENTAÇÃO DE UMA COLUNA DE DESTILAÇÃO DIDÁTICA

**Claiton Moro Franchi** – claiton@dfi.uem.br

**Mauro Antonio da Silva Sá Ravagnani** – ravag@deq.uem.br

**José Roberto Dias Pereira** – jrdep@dfi.uem.br

**Oswaldo Curty da Motta Lima** - oswaldo@deq.uem.br

Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Engenharia Química.

Av. Colombo, 5790

87020-900 - Maringá- PR

***Resumo:** O presente trabalho teve como objetivo o desenvolvimento e implementação de uma placa de aquisição e um sistema de supervisão de dados aplicados a uma coluna de destilação utilizada como módulo didático para disciplinas do curso de graduação em Engenharia Química da Universidade Estadual de Maringá. A placa foi desenvolvida utilizando controladores de 14 bits da linha PIC<sup>TM</sup> e o sistema de supervisão foi desenvolvido em uma linguagem orientada a objetos, que permite a visualização do perfil de temperatura em tempo real na forma gráfica, além da possibilidade de armazenamento dos valores em banco de dados, de onde podem ser exportados nos formatos padrão do mercado (txt, rtf, pdf e html). A visualização das temperaturas on-line e em tempo real auxilia fortemente na compreensão dos fenômenos de transferência de calor e massa envolvidos no interior da coluna, uma vez que se pode acompanhar a variação da temperatura nos seus pratos. A coluna, por ter sido construída em vidro, permite visualizar as fases líquida e vapor no seu interior. Os dados de temperatura obtidos por meio do sistema de aquisição de dados foram comparados com o simulador comercial HYSYS, por meio dos modelos termodinâmicos Uniquac, RTL, Van Laar e Wilson. Obteve-se boa concordância com os dados obtidos no laboratório.*

***Palavras-chave:** Coluna de destilação, Instrumentação, Placa de aquisição de dados*

### 1 OBJETIVOS

O presente trabalho tem por objetivo o desenvolvimento e a implementação de um sistema de aquisição de dados constituído de uma placa desenvolvida com o emprego de um microcontrolador PIC<sup>TM</sup> de 14 bits e sensores de temperatura inteligentes interligados via protocolo 1-Wire e software de supervisão de dados desenvolvido em linguagem orientada a objetos (Delphi). Os dados coletados de temperatura foram comparados com o simulador comercial Hysys através dos modelos termodinâmicos Uniquac, RTL, Van Laar e Wilson.

O sistema desenvolvido será aplicado em uma coluna de destilação didática utilizada para aulas praticas de operações unitárias no Departamento de Engenharia Química da Universidade Estadual de Maringá.

## 2 INTRODUÇÃO

O processo de separação mais usado na indústria química é a destilação. A separação dos componentes da mistura está baseada nas diferenças de volatilidade dos componentes (DESHPANDE, 1985). A fase vapor entra em contato com a fase líquida e há transferência de massa do líquido para o vapor e vice versa, pois o líquido e o vapor contêm, em geral, os mesmos componentes em quantidades relativas diferentes. Como a destilação consome uma grande quantidade de energia, é fundamental conhecer adequadamente o seu funcionamento, para que ela possa atuar com a máxima eficiência.

Se considerarmos a operação típica de uma coluna de destilação em um processo industrial, a coluna será uma das etapas do processo e estará sujeita a distúrbios inerentes do processo como um todo.

A instrumentação em uma coluna de destilação aliada a um sistema de controle é fundamental para quantificar os efeitos das perturbações e atuar no processo de forma que estas variações não afetem a qualidade do produto final a ser obtido.

Uma configuração típica para o controle de uma coluna de destilação utilizando sensores de concentração (BEQUETTE, 2003) é mostrada na Figura 1.

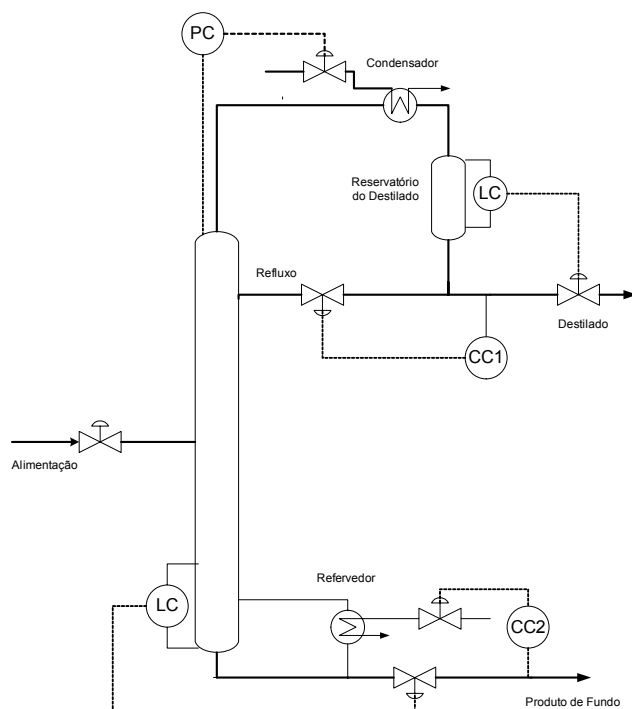


Figura 1 – Configuração típica de uma coluna de destilação utilizando sensores de concentração.

Nesta configuração existem cinco variáveis medidas (pressão, nível do produto destilado, nível de fundo, composição do destilado e composição de fundo) e cinco variáveis manipuladas (taxa de resfriamento do condensador, vazão de refluxo, vazão de destilado, vazão do produto de fundo, e taxa de aquecimento do refrervador). Além disso, se a alimentação da coluna é controlada, então haverá uma medição adicional (vazão de alimentação) e outra variável manipulada (% de abertura da válvula de alimentação).

Normalmente, considera-se que a pressão é controlada pela manipulação da taxa de resfriamento do condensador, dada pelo fluxo de água refrigerante no condensador. O nível

do destilado é controlado pela manipulação da vazão do destilado e o nível do fundo é controlado pela manipulação da vazão do produto de fundo. Assim como a concentração de fundo pode ser manipulada pela taxa de aquecimento do refeedor e a concentração de topo pela razão de refluxo. Devido à dificuldade da medição de composição de uma forma contínua, podem ser instalados sensores de temperatura para inferir a concentração, como é mostrado na Figura 2.

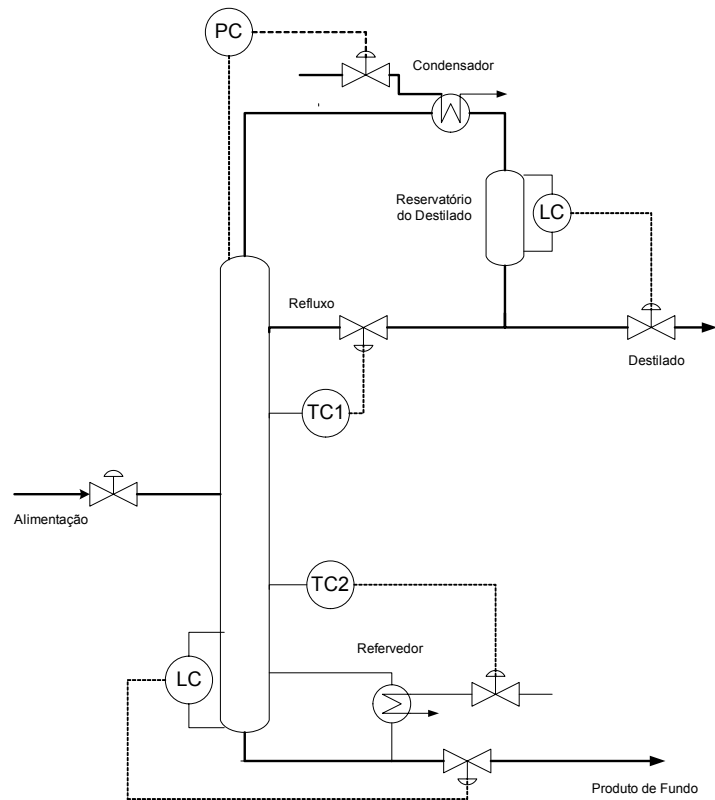


Figura 2 – Configuração típica de uma coluna de destilação utilizando sensores de temperatura para inferência da concentração.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 Placa de aquisição de dados

Para a coleta de dados de temperatura e interligação com o sistema de supervisão foi desenvolvida uma placa de aquisição de dados utilizando o microcontrolador RISC de 14 Bits PIC 16F877A de 40 pinos e 33 portas de I/O' (SOUZA, 2003). Onde é possível a conexão de até 16 sensores de temperatura digital DS18B20, em um barramento de comunicação 1-Wire, sendo estes dados captados pelo microcontrolador e enviados a um conversor de níveis TTL/RS232(Max 232) o sinal, até chegar ao microcomputador que contém o software de supervisão. Na Figura 3 temos a placa de aquisição de dados desenvolvida.

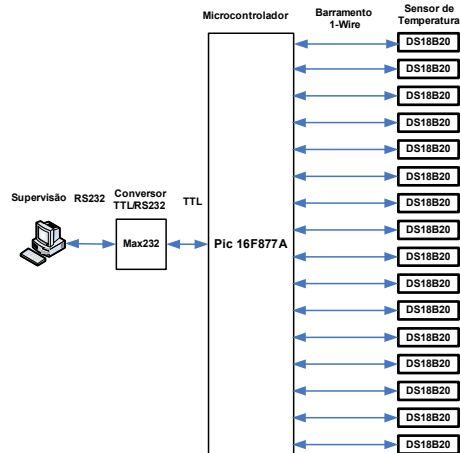
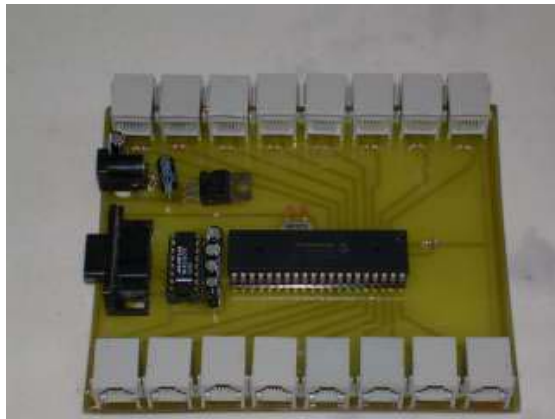


Figura 3 - Placa de aquisição de dados desenvolvida

### 3.2 Sensor de Temperatura

O sensor de temperatura utilizado é o DS18B20 da Dallas Semiconductor que é um termômetro digital que possui de 9 até 12 bits de resolução para medidas de temperatura (DALLAS SEMICONDUCTOR, 2001a). O sensor comunica-se através de um barramento 1-Wire que necessita somente de uma linha de comunicação (e terra) para a comunicação com um microprocessador. O sensor possui uma escala de  $-55^{\circ}\text{C}$  a  $+125^{\circ}\text{C}$  e sua precisão é de  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  na escala de  $10^{\circ}\text{C}$  a  $+85^{\circ}\text{C}$ .

O DS18B20 é ser um sensor com conversão de temperatura direta para digital. A resolução da temperatura do sensor é 12 bits, o que corresponde a incrementos de  $0,0625^{\circ}\text{C}$ , com um tempo de leitura de 750ms. Abaixo na Figura 4 temos a representação do sensor de temperatura utilizado.



Figura 4 - Sensor de temperatura utilizado.

### 3.3 Protocolo 1-Wire

O sistema 1-Wire desenvolvido pela empresa Dallas Semiconductor tem mostrado grande eficiência em aplicações remotas de monitoramento de temperatura em ambientes que possuam ruídos elétricos, onde o uso de sensores de temperatura analógicos seja difícil. Esse sistema trata-se de uma rede de transmissão de dados que possibilita a comunicação digital entre um computador e dispositivos da série 1-Wire (PEREIRA, 2003). O barramento 1-Wire é um protocolo mestre/escravo com um barramento simples para o mestre. Os dispositivos em 1-Wire são fornecidos por Dallas Semicondutores e o mestre é definido pelo usuário como um microcontrolador ou microprocessador, sendo o sensor de temperatura sempre o escravo no barramento, como mostra a Figura 5.

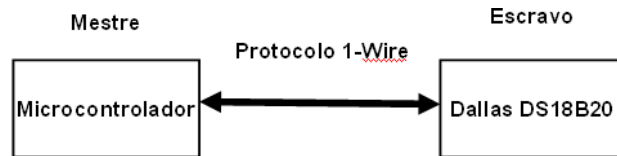


Figura 5 – Conexão mestre/escravo no barramento 1-Wire.

O sistema 1-Wire é constituído, basicamente, por três elementos: um computador com programa de controle e gerenciamento das atividades, um protocolo específico de comunicação e condutores (meio físico de comunicação) e dispositivos remotos da série 1-Wire (DALLAS SEMICONDUCTOR, 2001a).

Todo dispositivo 1-Wire possui um código de identificação único de 64 bits seqüenciais, o que exclui a possibilidade de conflitos durante a transmissão de dados em redes com diversos dispositivos. O protocolo de comunicação do sistema 1-Wire utiliza níveis lógicos convencionais CMOS/TTL, nos quais o nível lógico 0 (zero) é representado por uma tensão máxima de 0,8 Vcc e o nível lógico 1 (um) por uma tensão mínima de 2,2 Vcc (DALLAS SEMICONDUCTOR, 2002 b).

São conectados ao Microcontrolador 12 sensores 18B20 da Dallas Semiconductor por meio de um Barramento 1-Wire que faz a comunicação entre um mestre e escravos por meio de uma conexão simples. Na primeira parte da comunicação o mestre envia um sinal de *reset* para sincronizar todo o barramento. Um escravo então é selecionado para a comunicação. Uma vez selecionado para comunicação o mestre envia um comando para leitura ou escrita, e o processo segue como na mostrado na Figura 6.

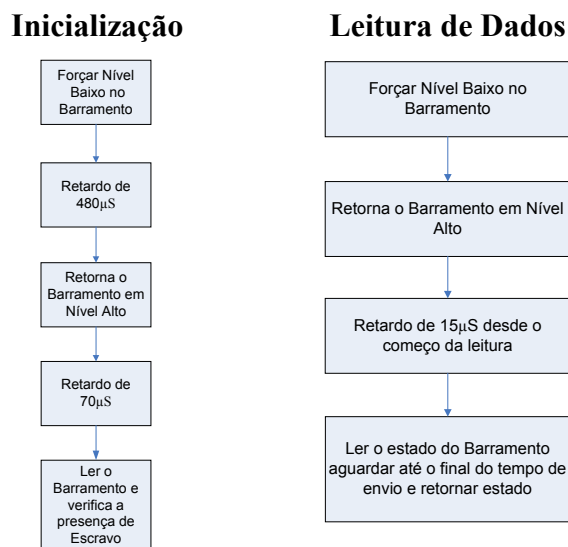


Figura 6- Sequência de operação dos sensores.

#### 4 SISTEMA DE SUPERVISÃO DESENVOLVIDO

O sistema desenvolvido em linguagem Delphi é apresentado a seguir. A Figura 7 mostra a tela inicial. Tem-se o desenho da coluna de destilação com os seus respectivos pratos. A partir desta tela inicial é definido o nome do usuário e se dá início à leitura das temperaturas. O monitoramento do perfil de temperaturas é feito on-line na tela principal, onde são visualizadas as temperaturas de todos os sensores instalados na coluna,

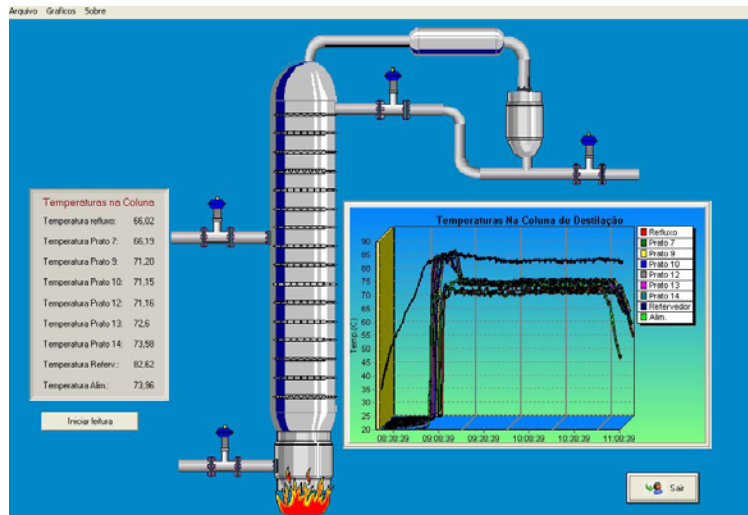


Figura 7- Tela inicial do Sistema de supervisão

No software de supervisão tem-se a visualização dos relatórios do perfil de temperaturas. Estes podem ser visualizados e arquivados nos formatos .rtf, .txt, .html, e .doc. e pdf. Cada relatório possui informações, como: data, e temperatura em cada um dos pratos da coluna nos respectivos tempos. A Figura 8 mostra o modelo do relatório do sistema.

Report Preview

File Page Zoom

Page 1 of 29 Zoom 100.0 %

### Temperaturas Coluna de Destilação(C)

Hora	Refluxo	Prato 7	Prato 9	Prato 10	Prato 12	Prato 13	Prato 14	Refervedor	Alim.
08:29:03	19,31	19,43	19,49	19,31	19,87	19,68	20,06	34,31	19,18
08:29:10	19,31	19,43	19,49	19,31	19,87	19,68	20,06	34,31	19,18
08:29:17	19,31	19,43	19,49	19,31	19,87	19,68	19,56	34,93	19,18
08:29:24	19,31	19,43	19,49	19,31	19,87	19,68	19,68	35,56	19,18
08:29:31	19,31	19,43	19,49	19,31	19,87	19,74	19,62	36,06	19,18
08:29:38	19,31	19,43	19,49	19,31	19,87	19,68	19,68	36,68	19,18
08:29:45	19,31	19,43	19,49	19,31	19,81	19,68	19,87	37,12	19,18
08:29:52	19,31	19,43	19,49	19,31	19,87	19,74	19,74	37,49	19,18
08:29:59	19,31	19,43	19,56	19,37	19,87	19,74	19,56	37,87	19,18
08:30:06	19,31	19,43	19,56	19,37	19,87	19,74	19,56	37,87	19,18
08:30:13	19,31	19,49	19,56	19,37	19,87	19,74	19,68	38,12	19,18
08:30:20	19,37	19,49	19,56	19,37	19,87	19,74	19,62	38,37	19,18
08:30:27	19,37	19,49	19,56	19,37	19,87	19,74	19,93	38,68	19,18
08:30:34	19,37	19,49	19,56	19,37	19,87	19,74	19,49	38,93	19,24
08:30:41	19,31	19,49	19,56	19,37	19,87	19,74	19,43	39,37	19,18
08:30:48	19,37	19,49	19,56	19,37	19,87	19,74	19,49	39,87	19,18
08:30:55	19,37	19,49	19,56	19,37	19,87	19,74	19,49	40,18	19,24

Figura 8 - Relatório do Perfil das temperaturas

## 5 APLICAÇÃO DO SISTEMA DESENVOLVIDO

O sistema de supervisão de dados desenvolvido foi aplicado a uma coluna de destilação, mostrada na Figura 9.



Figura 9 - Coluna de destilação estudada.

Para a realização do experimento, foram colocados sensores de temperatura do tipo DS18B20 externamente à coluna, devido à impossibilidade da sua colocação no interior da coluna, nos pratos de refluxo, 7, 9, 10, 12, 13, 14 e 16 (de cima para baixo) e no reboiler. Os sinais provenientes destes sensores são enviados à placa de aquisição de dados, diretamente conectada ao sistema de supervisão contido em um microcomputador, conforme é mostrado na Figura 10.

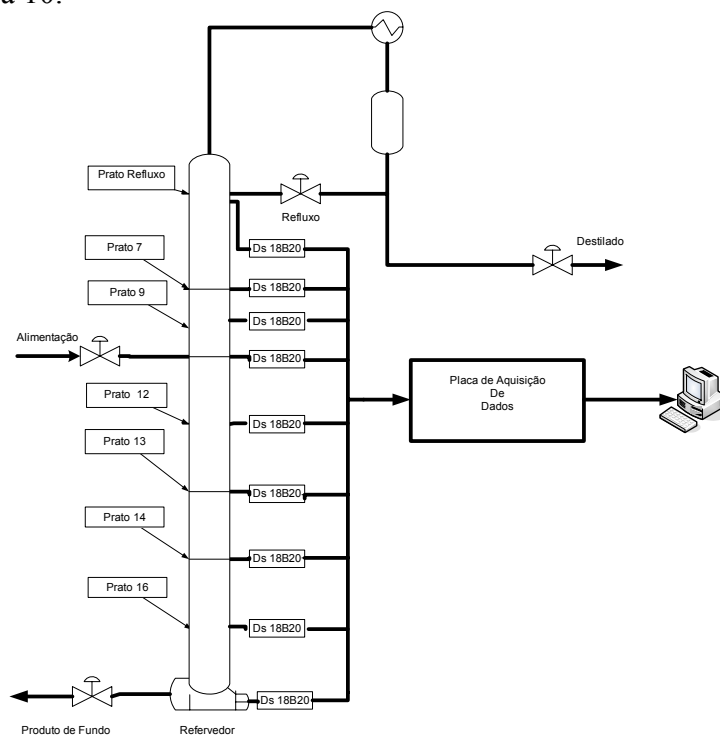


Figura 10 - Sistema de supervisão na coluna estudada.

O módulo didático representa uma coluna de destilação por pratos e é constituído de 16 pratos perfurados, sendo o prato de alimentação o prato de número 10. A coluna foi

construída em vidro transparente, para que seja possível visualizar os fenômenos de transferência de energia e massa que ocorrem em cada prato. O aquecimento do refeedor é feito por meio de resistências elétricas. A variação da quantidade de energia utilizada se dá por meio da variação da potência elétrica empregada nas resistências, sendo que a potência máxima que pode ser obtida é de 5500 W.

O condensador utilizado foi construído em aço e utiliza água como líquido refrigerante. Trata-se de um condensador total, ou seja, todo o vapor de mistura é condensado. Uma parte do vapor condensado retorna à coluna como refluxo, sendo enviado a um vaso acumulador acoplado na saída do condensador, recebendo a fase líquida e tendo como objetivo manter a vazão de refluxo para o processo de destilação. A outra parte consiste na corrente de produto de topo.

A mistura a ser destilada é colocada em um reservatório na parte superior do módulo e, por gravidade, é pré-aquecida na base da coluna, juntamente com o refeedor, sendo introduzida no prato de alimentação da coluna de destilação.

O material utilizado para a construção da coluna foi o vidro boro silicato, com 250 cm de altura, 15 cm de diâmetro e espessura de 5mm

Para a aplicação do sistema foi escolhida a separação de uma mistura etanol-água. Este sistema foi escolhido devido ao baixo custo e facilidade de aquisição destes componentes, além da baixa viscosidade e da facilidade de limpeza que a mistura oferece.

Assim foi iniciado o experimento para destilação da mistura, com as seguintes condições de operação ilustradas na “Tabela 1”.

Tabela 1 - Condições de operação da coluna de Destilação

Concentração de entrada	32 GL
Concentração de destilado	88 GL
Concentração do produto de fundo	4 GL
Vazão de entrada	220 mL/min
Vazão de destilado	70 mL/min
Vazão do produto de fundo	150mL/min
Vazão de refluxo	180mL/min
Temperatura da Alimentação	80 °C

O procedimento de partida da coluna foi o sugerido por (Foust *et al.*, 1982). O processo tem início com a de alimentação na coluna, que por gravidade, dirige-se ao refeedor, sendo então vaporizada assim que se aplica calor ao refeedor. O vapor ascende até o condensador, de onde retorna como refluxo condensado. A coluna é operada em refluxo total durante certo intervalo de tempo até que a composição do destilado se aproxime da composição desejada em regime permanente. Assim que a composição desejada é atingida, inicia-se a retirada de produto de fundo e a alimentação da coluna, para se fazer a transição do modo de partida para o modo estacionário.

Assim que o balanço de massa da coluna é fechado, ou seja, a vazão da entrada é igual a soma da vazão do produto de fundo com a vazão do destilado, inicia-se a coleta de amostras do produto de topo (destilado) e do produto de fundo para a determinação das concentrações finais.

Durante todo o processo são coletadas as temperaturas, por meio do software de supervisão e da placa de aquisição de dados. Foram coletadas as temperaturas nos pratos 7, 9, 10, 12, 13, 14 e 16, além das temperaturas da alimentação e do refeedor. Os valores de temperatura em cada um dos sensores e armazenados em um banco de dados do sistema de



supervisão. Na Figura 11 são mostrados, em uma forma gráfica, os dados de temperatura coletados no prato 2 da coluna de destilação.

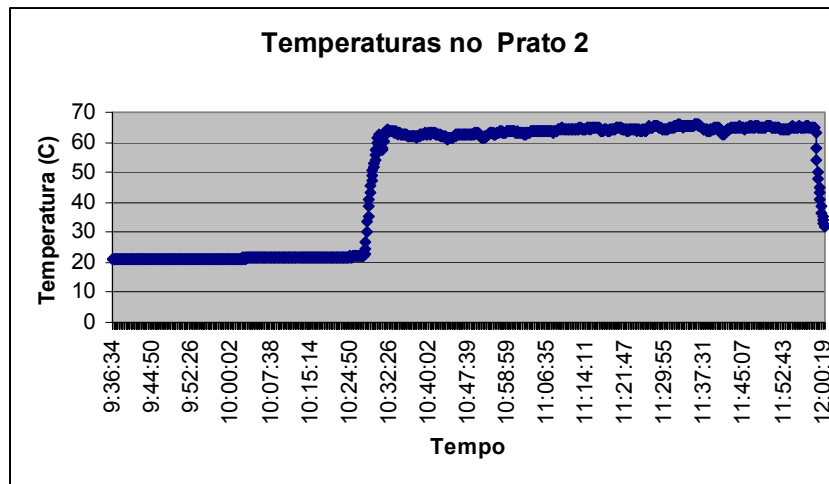


Figura 11- Temperaturas coletadas no prato 2 da coluna de destilação.

A Figura 12 mostra a variação das temperaturas na coluna de destilação nos pontos medidos desde sua partida, alimentação até sua parada.

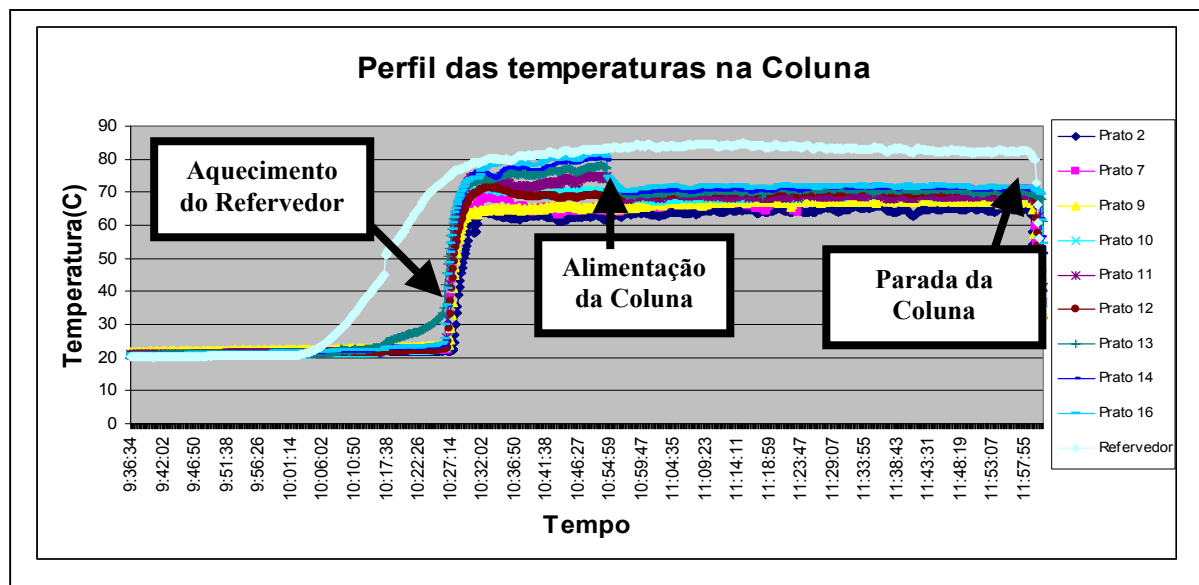


Figura 12 - Pontos de operação da coluna de destilação.

A partir dos dados coletados de temperatura considerando o estado estacionário foram feitas as médias aritméticas das temperaturas.

Com base nos dados de regime permanente, foi plotado o gráfico das médias das temperaturas (perfil de temperatura) nos pontos da coluna, como mostra a Figura 13.

Elemento	Temperatura Corrigida(°C)
Refrvedor	81,94
Prato 16	77,25
Prato 14	75,11
Prato 13	73,91
Prato 12	73,53
Prato 11	72,11
Prato 10	72,08
Prato 9	71,12
Prato 7	68,28
Prato Refluxo	66,28

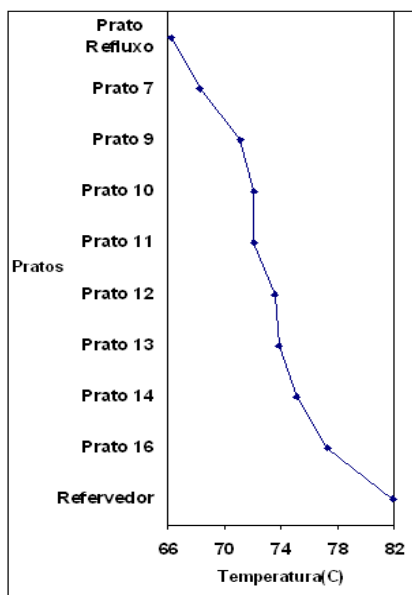


Figura 13- Perfil de temperaturas médias na coluna de destilação.

As medidas de concentração foram realizadas durante os experimentos por meio da retirada das amostras de misturas da base e do topo da coluna e mensuradas por meio de um densímetro para álcoois. As medidas foram realizadas a uma temperatura de 20° C, e são apresentadas em base volumétrica (GL) devido à medição do densímetro.

## 6 COMPARAÇÃO DOS DADOS OBTIDOS COM UM SIMULADOR COMERCIAL HYSYS

O simulador HYSYS™ foi o software escolhido para a simulação do experimento, pois o mesmo permite produzir simulações de fácil implementação e possui os pacotes termodinâmicos clássicos, além do fato de ser um software desenvolvido no ambiente *Windows* e orientado a objetos, com ferramentas como o padrão da Microsoft™ usado nos sistemas operacionais gráficos para compartilhar as informações entre os aplicativos OLE (*Object Linking and Embedding*), possuindo também dispositivo para transferência de dados entre aplicativos diferentes em computadores com capacidade de multi-tarefas DDE (*Dynamic Data Exchange*) (BRAVO, 2005). A coluna de destilação foi inserida no ambiente de trabalho do simulador HYSYS™, chamado *worksheet*, ilustrado na Figura 14.

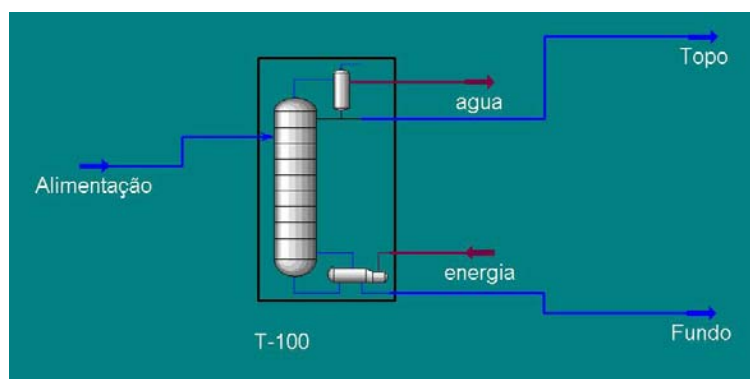


Figura 14 – Coluna de destilação inserida no Hysys™

A partir dos dados obtidos dos ensaios experimentais, foram iniciadas as simulações em estado estacionário utilizando o simulador HYSYS<sup>TM</sup>. Para o início da simulação, foram inseridos os valores apresentados na “Tabela 2”.

Tabela 2 - Características da coluna de destilação.

<b>Propriedade</b>	<b>Valor</b>
Número de Pratos	16
Prato de Alimentação	10
Concentração da mistura de alimentação	32 GL Etanol
Concentração da mistura de destilado	88 GL Etanol
Vazão volumétrica de alimentação	220 mL/min
Vazão volumétrica de destilado	70 mL/min
Temperatura de alimentação	80 °C
<i>Vazão do produto de fundo</i>	150mL/min

## 7 COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS EXPERIMENTALMENTE COM O SIMULADOR HYSYS<sup>TM</sup>

As simulações foram realizadas utilizando o pacote termodinâmico NRTL, Wilson, Uniquac e Van Laar com o modelo de Peng-Robson. Os resultados obtidos para os perfis de temperatura são apresentados na “Tabela 3”.

Tabela 3 - Resultados obtidos com as simulações dos modelos temodinâmicos.

<b>Pratos</b>	<b>Temperatura simulada (°C) Wilson</b>	<b>Temperatura simulada (°C) Van Laar</b>	<b>Temperatura simulada (°C) Uniquac</b>	<b>Temperatura simulada NRTL(°C)</b>	<b>Temperatura medida (°C)</b>
2	68,12	68,48	68,38	68,39	67,86
7	71,15	71,12	70,91	70,61	69,96
9	73,40	73,19	72,87	72,30	72,95
10	76,19	76,18	76,00	75,67	75,01
11	75,53	75,54	75,34	74,97	73,99
12	75,55	75,56	75,35	74,98	75,49
13	75,78	75,80	75,59	75,22	75,89
14	76,15	76,17	75,97	75,61	77,15
<b>Refervedor</b>	84	84		84	

Com os dados obtidos foram feitas comparações dos dados simulados em relação aos obtidos com os modelos termodinâmicos no simulador e colocados em forma gráfica como mostram as Figura 15 e Figura 16.

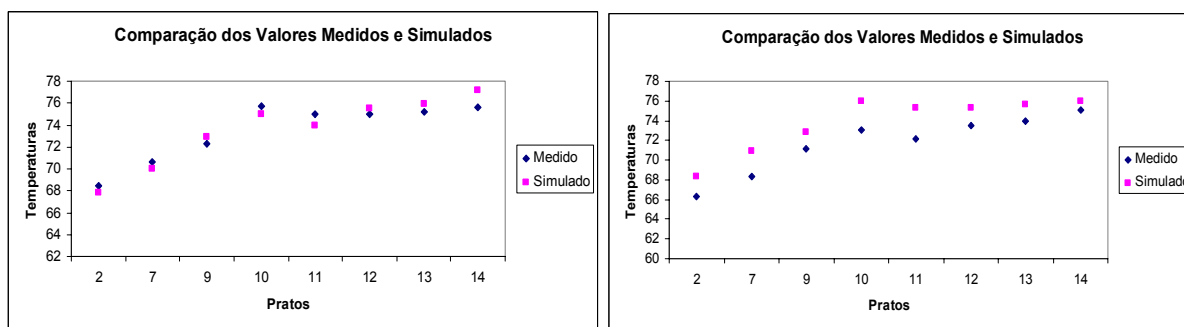


Figura 15 - Comparação dos valores medidos e simulados utilizando o modelo NRTL e Uniquac, respectivamente.

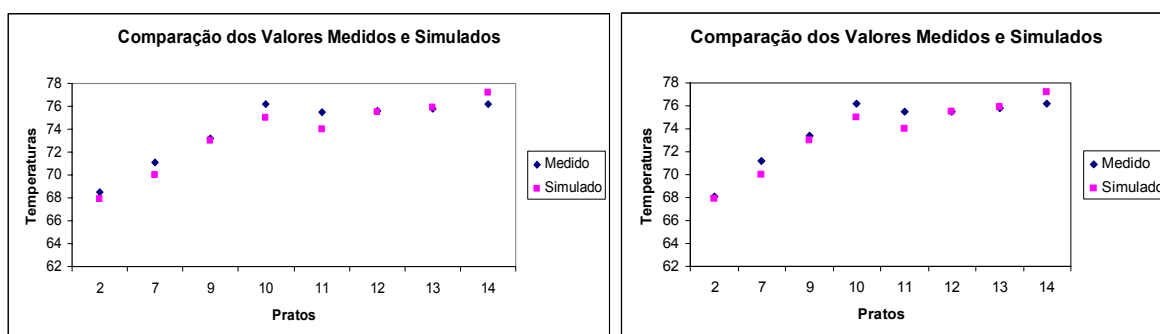


Figura 16 - Comparação dos valores medidos e simulados utilizando o modelo Van Laar e Wilson, respectivamente.

Analisando os resultados obtidos com o uso dos modelos termodinâmicos podemos observar que os valores das temperaturas na coluna das fases em equilíbrio apresentam erros médios bastante pequenos para os quatro modelos empregados na simulação, sendo que o menor erro encontrado foi para o modelo NRTL. Isto confirma o estudo de (Marquini *et al.*, 2006) na qual modelo NRTL é o que apresenta menores desvios para o processo de destilação da mistura etanol-água.

## 8 CONCLUSÃO

O sistema de aquisição de dados desenvolvido é uma ferramenta auxiliar para a operação da coluna de destilação didática estudada e permite uma melhor compreensão dos fenômenos de transferência de massa e calor por meio do monitoramento do perfil de temperatura no interior da coluna, além de permitir o estudo das condições de partida e do estado estacionário da coluna para melhores definições das suas condições de operação da coluna. Dessa maneira, com os dados de temperatura, podem ser feitos estudos de composição inferencial para posterior controle e operação ótima da coluna.

As medidas experimentais coletadas em diferentes pratos da coluna foram comparadas a simulações computacionais utilizando o simulador comercial HYSYS para reproduzir o comportamento da destilação da mistura com equações de equilíbrio líquido-vapor obtidas diretamente da base de dados do simulador, com quatro modelos termodinâmicos distintos, UNIQUAC, NRTL, Wilson e Van Laar. Os resultados simulados mostraram boa concordância com os valores medidos experimentalmente. Sendo que entre todos os modelos testados, a equação NRTL foi a mais indicada para este processo, devido ao fato de produzir os menores erros em comparação aos dados de temperatura coletados experimentalmente.

O sistema desenvolvido para aquisição de dados é constituído por três elementos principais: um computador com software de supervisão e armazenamento das temperaturas, um microcontrolador PIC 16F877A de uso geral, fácil aquisição e baixo custo e sensores inteligentes de temperatura DS18B20.

A partir deste trabalho, desenvolveu-se uma base para o estudo e a implementação de técnicas avançadas de controle e instrumentação na coluna, pois sua construção permite alterações no projeto, possibilitando o estudo de diversos tipos de mistura em menor escala. A partir do trabalho realizado, torna-se possível, em um futuro bem próximo a aplicação de uma estratégia de controle na coluna, o que permitirá a minimização de transientes e do o tempo de produção de produto final fora da especificação desejada.

## 9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEQUETTE, B. W. **Process Control: Modeling, Design and Simulation**. 2003. 1<sup>st</sup> ed. Prentice Hall.

BRAVO, C. O.A. **Desenvolvimento de um simulador e controle preditivo de um coluna de destilação piloto**, Florianópolis, 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal Santa Catarina - Santa Catarina.

DALLAS SEMICONDUCTOR **Quick Guide to 1-Wire net using PCs and microcontrollers**, 2001a Disponível em:<http://www.maxim-ic.com> Acesso em: 10 out 2006

DALLAS SEMICONDUCTOR. DS1820: **1-wire digital thermometer**. 2001b Disponível em:<<http://www.maxim-ic.com>>. Acesso em: 10 out 2006

DESHPANDE, P. B. **Distillation dynamics and control**. 1985. 1<sup>th</sup> ed., ISA-Instrument Society of América.

FOUST, A S.; WENZEL, L.A.; CLUMP, C.W.; **Princípios das operações unitárias**. 1982 2<sup>a</sup> Ed. Rio de Janeiro Guanabara Dois.

MARQUINI, M. F. ; ANDRADE, C. M. G. ; JORGE, L M M ; MARIANI, D. C. ; SANTOS, O. A. A. ; MEIRELLES, A. J. A. **Simulation and Analysis of an Industrial Ethanol Distillation Columns System Using the Hysys Simulator**. In: *XXII Interamerican Congress of Chemical Engineering/ V Argentinian Congressm of Chemical Engineering*, Buenos Aires, 2006 october ,. v. 1. p. 1-1.

PEREIRA, F. **Microcontroladores PIC: programação em C**. 2003, 2<sup>a</sup>. ed. São Paulo, Érica.

SOUZA, D. J., **Desbravando o PIC: ampliado e atualizado para PIC 16F628A**. 6<sup>a</sup>. ed. São Paulo, Érica, 2003.

## DIDACTIC DISTILLATION COLUMN INSTRUMENTATION

**Abstract:** *The present work had as objective the development and implementation of a data acquisition card and a supervisory system applied to a distillation column that is used as didactic module for the disciplines of the graduation course in Chemical Engineering of the State University of Maringá. The data acquisition card was developed by using 14 bits PIC<sup>TM</sup> micro controllers and the supervisory system was developed in an object oriented language which allows the temperature profile visualization in real time in the graphical form and data saving and exporting in standard extensions (.txt, .rtf, .pdf, .html). The visualization of the temperatures on-line and in real time contributes in the comprehension of the transport phenomena mass and heat transfer inside the column by the temperature profile monitoring. The column, for having been constructed in glass, allows to visualize the phases liquid and vapor inside it. The temperature data gotten by the acquisition system had been compared with commercial simulator HYSYS, by means of the thermodynamic models Uniquac, RTL, Van Laar e Wilson. Good agreement with the data gotten in the laboratory was gotten.*

**Key-words:** *Distillation column, Instrumentation, Data acquisition card.*