

**PRODEP III – Programa Operacional de Desenvolvimento Educativo para Portugal**

1. Descrição e objetivos do projecto	2
2. Plano de trabalhos	3
3. Estrutura da unidade de destilação	5
3.1. Resúndido	5
3.2. Coluna	6
3.3. Condensadores	6
4. Trabalho futuro	10
5. Agradecimentos	11
6. Anexo I	12

**Montagem e arranque de uma coluna de destilação à escala piloto, com o projecto e construção do respectivo sistema de alimentação, utilidades e controlo**

**Estagiário: Sónia Alexandra Rocha Martins**  
**Orientador FEUP: Dr. Fernando Martins**  
**Supervisor Petrogal: Eng.º Manuel Leão**

**Outubro 2003/Março 2004**

**66(047.3)**  
**LEQ 2003/MARs**



**PRODEP III – Programa Operacional de Desenvolvimento Educativo para Portugal**

**Montagem e arranque de uma coluna de destilação à  
escala piloto, com o projecto e construção do respectivo  
sistema de alimentação, utilidades e controlo**

**Estagiário: Sónia Alexandra Rocha Martins**

**Orientador FEUP: Dr. Fernando Martins**

**Supervisor Petrogal: Eng.º Manuel Leão**

**Outubro 2003/Março 2004**



66(047.3)/LEQ 2003/TAR 3

Universidade do Porto	
Faculdade de Engenharia	
Biblioteca	
Nº	90008
CDU	
Data	22/05/2007

# Índice

<b>1. Descrição e objectivos do projecto</b>	<b>2</b>
<b>2. Plano de trabalhos</b>	<b>3</b>
<b>3. Estrutura da unidade de destilação</b>	<b>5</b>
3.1. Reebulidor	5
3.2. Coluna	6
3.3. Condensadores	7
3.4. Alimentação	7
3.5. Resistências	8
3.6. Sistema de controlo - Termopares	9
3.7. Sistema de vácuo	9
<b>4. Trabalho futuro</b>	<b>10</b>
<b>5. Agradecimentos</b>	<b>11</b>
<b>6. Anexo I</b>	<b>12</b>

## **1. Descrição e objectivos do projecto**

No âmbito do programa de estágios no Ensino Superior do PRODEP III – Programa Operacional de Desenvolvimento Educativo para Portugal, realizou-se o projecto na área de Engenharia Química com a designação “ Montagem e arranque de uma coluna de destilação à escala piloto, com o projecto e construção do respectivo sistema de alimentação, utilidades e controlo”.

O objectivo deste projecto foi a transferência, montagem e teste de uma unidade piloto de destilação que a Refinaria da Petrogal de Leça de Palmeira cedeu graciosamente ao Departamento de Engenharia Química (DEQ), da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP), ao abrigo de um protocolo de cooperação existente entre a Petrogal e a FEUP. Esta coluna permitirá aos alunos da licenciatura em Engenharia Química o contacto com uma unidade de destilação com características mais próximas das de uma unidade industrial. A coluna, que se encontrava desactivada no laboratório de instalações pilotos da Fábrica de Aromáticos da Petrogal, é da marca germânica NORMAG, e data dos anos 80.

O trabalho consistiu, por isso, no estudo, desmontagem e transporte da coluna das instalações da Petrogal para a FEUP, onde foi novamente montada. Para além da limpeza, reparação e substituição de algumas peças, foi necessário projectar e construir uma rede em aço inox para sustentar a coluna, e ampliar e adaptar a rede de água e electricidade disponível no laboratório do DEQ onde a coluna ficou instalada. No anexo I são dados os contactos das empresas que realizaram estes trabalhos.

Como o condensador da coluna ficou danificado durante os testes preliminares, não foi possível efectuar o arranque da unidade piloto, que será realizado futuramente, assim como a instalação de um sistema de controlo.

## **2. Plano de trabalhos**

Este projecto dividiu-se em várias fases, cuja calendarização se resume em seguida:

### **Fase 1 – Outubro e Novembro de 2003**

Estudo aprofundado da coluna e do seu equipamento. Estudou-se também o seu funcionamento e os vários modos de operar. O estudo passou também pela pesquisa e consulta de documentos existentes na Refinaria da Petrogal.

Durante este período planeou-se o transporte e montagem da coluna na FEUP, desencadeando-se as acções necessárias a esse fim.

### **Fase 2 – Dezembro de 2003 até meados de Janeiro de 2004**

Depois de realizado o estudo da coluna e planeado o processo de transferência, passou-se à fase de desmontagem e transporte da mesma. Por ser um sistema complexo, estes passos tiveram que ser realizados de uma forma cuidadosa de modo a garantir que todos os elementos ficassem intactos, tanto durante o processo de desmontagem como durante o transporte. O primeiro passo consistiu em desligar a parte eléctrica, passando-se depois à fase de desmontagem dos diferentes constituintes da coluna de destilação.

### **Fase 3 – Meados de Janeiro até final de Março de 2004**

Durante este período procedeu-se à montagem da coluna nas instalações do Departamento de Engenharia Química da FEUP, no Laboratório de Instalações Piloto (E003). Foi necessário projectar e encomendar uma estrutura metálica em aço inox para garantir a sustentação da coluna de destilação e acessórios. Começou-se pela limpeza e

substituição de peças que já estavam desgastadas, tendo-se realizado a pintura completa de alguns elementos já atacados por pequenos episódios de corrosão.

O passo seguinte consistiu na montagem, elemento a elemento, da coluna e dos seus acessórios. Este processo foi uma operação delicada por estarmos perante material bastante frágil e também por se ter a necessidade de garantir precisão e perfeita vedação (perfeitamente estanque) das uniões.

De seguida, efectuaram-se as ligações de água ao sistema de condensadores e a substituição de todas as mangueiras. Foi necessária a ampliação da rede de fornecimento de água ao laboratório, de modo a permitir o funcionamento adequado dos sistemas de refrigeração.

Por fim, foi realizada a ligação eléctrica às bombas e resistências, para o que foi necessário a montagem de um novo terminal eléctrico no laboratório, em particular, por uma das bombas ter uma ligação trifásica. Após a realização destes trabalhos ficaram reunidas as condições para o arranque da unidade de destilação piloto.

Durante as fases de transporte e montagem, certos imprevistos não puderam ser evitados, tendo-se danificado algumas das peças constituintes desta unidade. Assim, durante o transporte quebraram-se dois termómetros de contacto. A solução proposta foi a sua substituição por termopares, uma solução viável e até mais apropriada se tivermos em consideração a futura instalação do sistema de controlo. Na fase final do estágio, quando se estava na fase de testes aos condensadores, num deles partiu-se a serpentina interior, por onde passava a água de refrigeração. Já foi estabelecido o contacto com a empresa VidroLab2, que é a representante nacional da NORMAG, para se obter um orçamento para a possível reparação ou substituição do condensador que se encontra danificado.

### 3. Estrutura da unidade de destilação

A instalação piloto de destilação NORMAG é um sistema complexo composto por vários elementos com diferentes funções que podemos dividir pelas seguintes secções:

#### 3.1. Reebulidor

Situado na base da coluna, tem como função vaporizar o líquido aí existente. O líquido é aquecido por intermédio de três resistências, sendo o vapor realimentado à coluna. Como se pode ver pela Figura 3.1, existe associada ao reebulidor uma saída com dois condensadores em série, cuja finalidade ainda está por estudar.

O fluído dentro do reebulidor é agitado com o auxílio de uma bomba rotativa ligada à base do reebulidor.

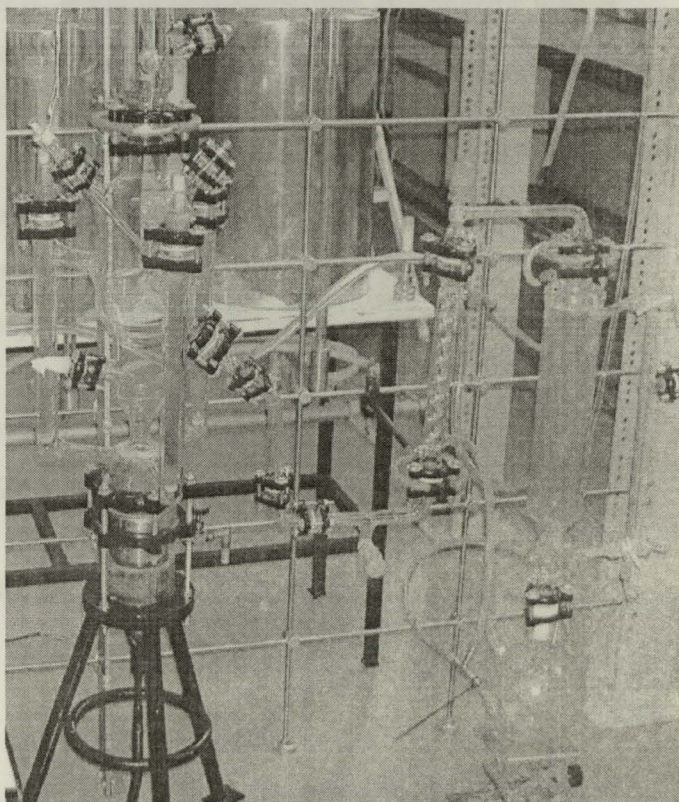


Figura 3.1 - Reebulidor.



### 3.2. Coluna

A coluna de destilação propriamente dita, é composta por sete secções com vários tamanhos. Cada secção é formada por pratos, aos quais corresponde uma altura de 5 cm, existindo um espaçamento de 2 cm entre eles. As secções 1, 2 e 3 (contando de baixo para cima), têm a mesma dimensão, sendo as seguintes mais pequenas em altura. Embora não seja possível saber o número exacto de pratos que existe em cada secção, estimou-se que as secções 1, 2 e 3 têm dez pratos, cada uma, as secções 4, 6 e 7 têm cinco pratos e a secção 5 tem três pratos. Na montagem da coluna, retirou-se a secção 3 para adaptar a coluna às dimensões do laboratório. Como consequência desta medida, e relativamente à instalação que existia na Petrogal, ambas as alimentações baixaram em dez pratos.

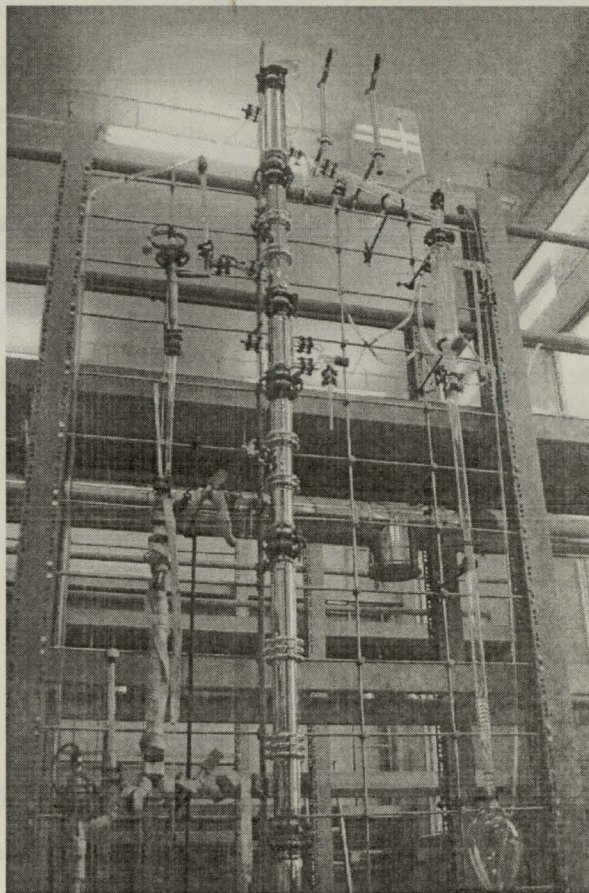


Figura 3.2 - Coluna.

### 3.3. Condensadores

O vapor que chega ao topo, secção 7, atravessa um sistema de três condensadores sendo o condensado recolhido num balão. O produto de topo atravessa um primeiro condensador de maiores dimensões sendo seguido de outro que tem como função completar a condensação. Há uma segunda saída de vapor, na secção 6, que atravessa um terceiro condensador, no qual se une com a fracção condensada da secção 7.

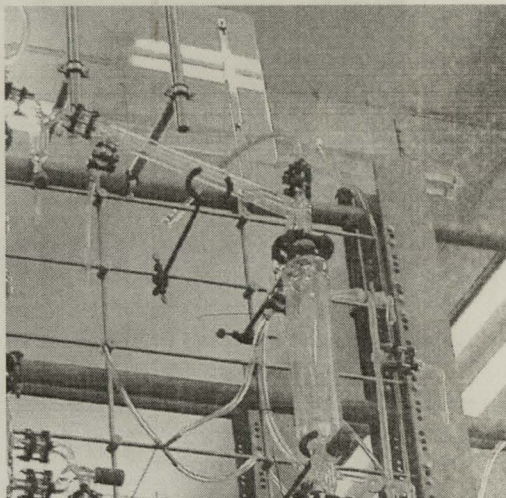


Figura 3.3 - Condensadores

### 3.4. Alimentação

A instalação permite a existência de duas alimentações, que são introduzidas com o auxílio de duas bombas doseadoras, permitindo assim tratar simultaneamente duas alimentações diferentes.

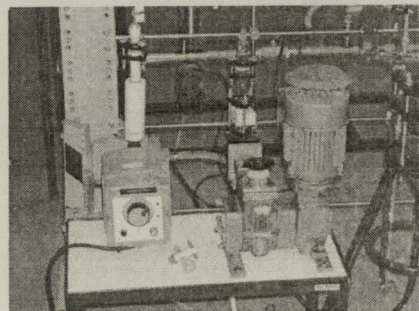
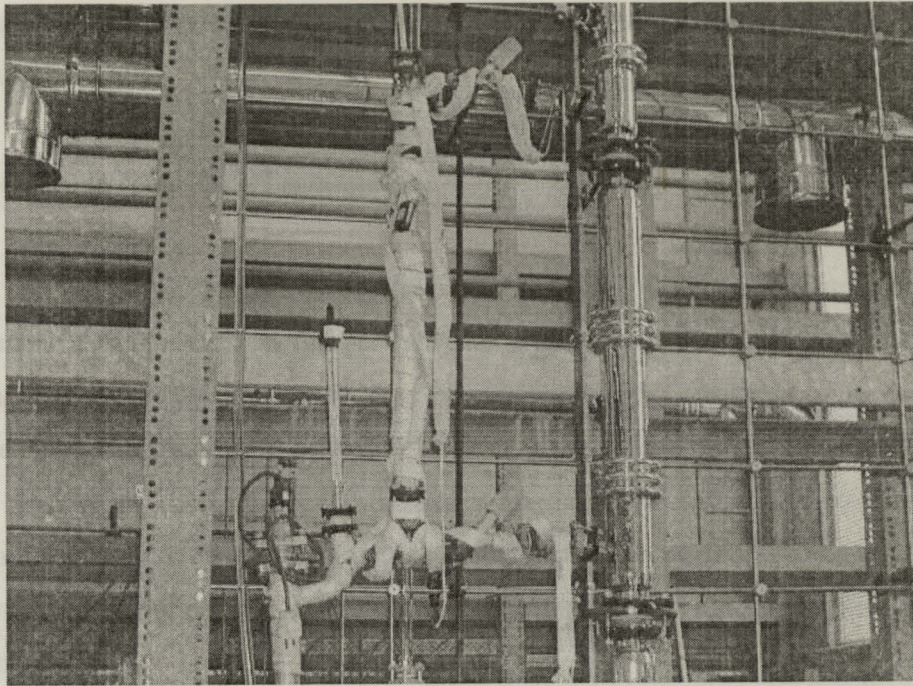


Figura 3.4 - Bombas de alimentação.

### 3.5 Resistências

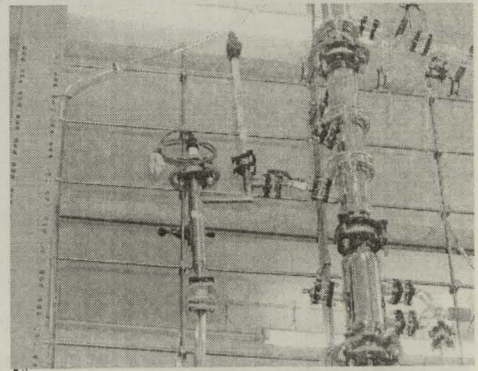
Antes da entrada de produto na coluna, este passa por uns tubos com resistências acopladas e por uma manta de aquecimento que permitem atingir a temperatura pretendida à entrada coluna. As alimentações podem ser introduzidas nas secções 2 ou 4 da coluna, controlando para tal as válvulas existentes, como se pode observar pela Figura 3.5.



**Figura 3.5** - Alimentação aos andares 2 e 4.

### 3.7. Sistema de vácuo

A segunda bomba permite introduzir a alimentação na secção 6 da coluna, sendo previamente aquecida por intermédio de uma resistência.



**Figura 3.6** - Alimentação ao andar 6.

### 3.5 Resistências

A fim de elevarmos a temperatura da mistura que desejamos separar, podemos encontrar resistências na alimentação e no reebulidor. Assim, o fluído alimentado é previamente aquecido em resistências eléctricas colocadas nos tubos antes da entrada da coluna, tendo o apoio de uma manta de aquecimento que envolve os tubos antes da

entrada. Outro tipo de resistências podem ser encontradas no reebulidor, cuja função foi acima descrita.

### 3.6. Sistema de controlo – Termopares

Em várias localizações da coluna e do reebulidor podem-se encontrar termopares, cuja função é monitorizar a temperatura dos fluidos em vários pontos da instalação, permitindo o envio de um sinal a uma placa de aquisição de dados, para controlo da unidade e possível tratamento posterior.

Assim, no caso de se atingir temperaturas superiores às pré-estabelecidas, o sistema de controlo envia imediatamente um sinal que corta a corrente eléctrica às resistências, permitindo que as temperaturas baixem até se atingir o valor normal de funcionamento.

### 3.7. Sistema de vácuo

A coluna de destilação pode trabalhar a pressão reduzida se associarmos uma bomba de vácuo ao sistema. A ligação à instalação é feita nos condensadores, no ponto assinalado a laranja na Figura 3.7. Associado ao sistema, juntam-se dois conjuntos de dois acumuladores que permitem reter alguma fuga de fluido que saia da coluna aquando da ligação, permitindo assim o normal funcionamento a pressão reduzida. Estes acumuladores ainda não se encontram montados.

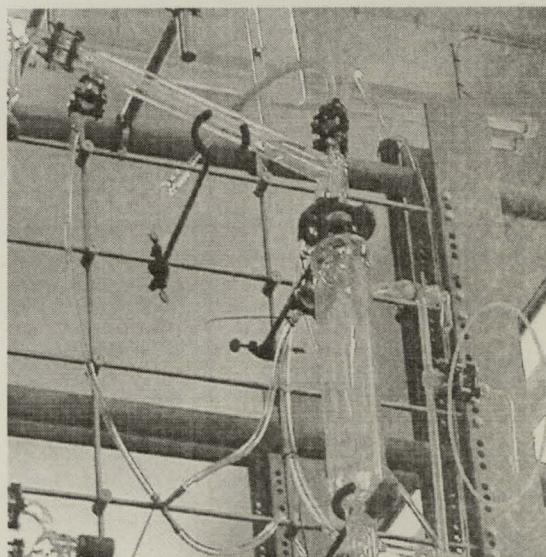


Figura 3.7 - Sistema de vácuo.

## **4. Trabalho futuro**

Concluído o estágio, ficaram ainda a faltar alguns passos para ser possível o arranque e teste na unidade de destilação. Assim, é preciso aguardar pela reparação ou substituição do condensador que partiu. Está também prevista a construção de uma pequena barreira na base da coluna, para prevenir possíveis derrames de produtos no caso de ocorrer algum acidente, evitando-se que estes se espalhem pelo laboratório. Esta barreira terá igualmente a função de evitar contactos acidentais com a instalação que possam danificar algum dos seus componentes.

A fase seguinte deste projecto será a implementação de um sistema de controlo. Para tal, existem apenas instalados os termopares, sendo necessário ligá-los a um computador com uma placa de aquisição de dados. Está previsto que este trabalho seja desenvolvido no âmbito da disciplina de Projecto de Investigação no próximo ano lectivo. Nesse projecto está igualmente previsto o estudo a eficiência da coluna e a análise dos diferentes modos de operação.

## 5. Agradecimentos

Os nossos agradecimentos recaem, em primeiro lugar, à Galp Energia pela cedência da coluna de destilação à FEUP e ao Director do Departamento de Engenharia Química, Prof. Sebastião Feyo Azevedo, pelo apoio e entusiasmo com que aprovou este projecto

Agradecemos também aos docentes Prof. Domingos Barbosa e Prof. Fernando Martins e aos supervisores Eng. Manuel Leão e Eng<sup>a</sup>. Carla Santos. Em especial, gostaríamos de agradecer ao Prof. Domingos Barbosa por todo o tempo dedicado e preciosa ajuda que nos prestou.

Gostaríamos também de agradecer aos técnicos Luís Carlos Matos e Hermenegildo Sousa Vale pela ajuda prestada durante a fase de montagem no Laboratório de Instalações Piloto da FEUP.

Em geral, agradecemos a colaboração de todos aqueles que participaram e apoiaram a elaboração deste trabalho.

## Anexo I

Na Tabela 1 encontram-se os contactos da empresa que construiu a rede em aço inox para sustentação da coluna, das empresas que ampliaram a rede de fornecimento de água e de electricidade, e do representante do material de vidro em Portugal.

**Tabela 1.** Contactos das empresas envolvidas na implementação de novas estruturas.

	<b>Estrutura metálica em aço inox</b>	<b>Rede de água</b>	<b>Rede de electricidade</b>	<b>Material em vidro</b>
<b>Empresa</b>	António Ramos da Fonseca Rijo, Lda	José Bernardo Moreira dos Santos Unipessoal, Lda	VEME – Montagens Eléctricas, Lda	Vidrolab2 – Vidros e Material de Laboratório, Lda
<b>Morada</b>	Rua Condominhas, 773 4150-224 Porto	Rua África, 143 4400-002 Vila Nova de Gaia	Loja O e P, Lugar de Aveleda 4575-352 Pinheiro - Penafiel	Rua Alminhas, 936 4415-002 , Vila Nova de Gaia
<b>Telefone</b>	226170251	227819153	255616916	227621533
<b>Fax</b>	226101668	227819216	255616916	227623306
<b>Correio-e</b>	–	–	–	<a href="mailto:vidrolab@esoterica.pt">vidrolab@esoterica.pt</a>



FACULDADE DE ENGENHARIA  
UNIVERSIDADE DO PORTO

BIBLIOTECA



0000090008