

# AVALIAÇÃO DE DIFERENTES INTERNOS DE COLUNAS DE DESTILAÇÃO.

Gabriel Pereira de Macedo <sup>1</sup>

Erika Christina Ashton Nunes Chrisman <sup>2</sup>

Maria José de Oliveira Cavalcanti Guimarães <sup>3</sup>

## INTRODUÇÃO

Na indústria do petróleo, a destilação é o processo de separação mais utilizado durante o seu refino, que por sua vez é um método de separação baseado no fenômeno de equilíbrio líquido-vapor de misturas. Na literatura é dito que nas colunas de destilação existem um ambiente favorável para a fase líquida e a fase vapor alcancem o equilíbrio, e assim ocorra a transferência de massa. Por isso, no interior desses equipamentos são utilizados dispositivos para promover um melhor contato entre as fases, chamados de internos de colunas. Os principais tipos de internos são os pratos ou bandejas e os recheios, que podem ser divididos em randômicos e estruturados. As diferenças no desempenho interno da coluna são atribuídas as variações hidrodinâmicas, intrinsicamente relacionadas ao design.

Atualmente com o crescente interesse em se aprofundar na caracterização química dos petróleos e buscar uma melhor eficiência energética, pode-se buscar alternativas de internos de colunas de destilação que ofereçam essa melhor eficiência na separação dos cortes e um melhor entendimento dessa matriz complexa, de grande interesse para a comunidade científica e para as indústrias de O&G, principalmente para a área de refino. Neste trabalho é apresentado a evolução histórica de alguns internos de coluna de destilação até os dias atuais mostrando sua melhoria ao decorrer de suas gerações e, em quais situações são melhores empregados tais recheios, com base em resultados obtidos na literatura.

---

<sup>1</sup> Mestrando do Curso de Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos da Escola de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, [gabriel.macedo@eq.ufrj.br](mailto:gabriel.macedo@eq.ufrj.br);

<sup>2</sup> Professor orientador: prof. Titular, DPO/EQ/UFRJ, [enunes@eq.ufrj.br](mailto:enunes@eq.ufrj.br)

<sup>3</sup> Professor orientador: DSc, DPO/EQ/UFRJ, [mjg@eq.ufrj.br](mailto:mjg@eq.ufrj.br)

## **METODOLOGIA**

A realização deste trabalho se desenvolveu em 3 etapas. Primeiro, foi conduzida uma busca bibliográfica das empresas produtoras de recheios de coluna com os tipos de recheios existentes no mercado. Segundo, os recheios de colunas levantados foram alocados em ordem cronológica de evolução contendo informações quanto as suas características e particularidades. Por fim, os resultados obtidos foram comparados e acrescidos dos dados de aplicabilidade existentes na literatura.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Com base nas informações coletadas nas duas etapas da metodologia foi possível identificar que no interno de coluna de destilação tipo prato ou bandeja existem chapas metálicas especiais, de forma circular, com uma área central perfurada para permitir a passagem de vapor. A transferência em um prato ou bandeja se realiza através de bolhas ou gotas formadas pela passagem do vapor dentro da fase líquida, este contato começa quando o líquido chega ao prato através de um “*downcomer*”, que é uma espécie de chapa ou um tubo junto da parede da coluna que é responsável por levar um líquido de um prato superior para o inferior. (Silvestre 2005, CALDAS 2007).

Já os internos de colunas de destilação de recheios tipo randômico são basicamente elementos de uma geometria específica que são despejados em uma coluna, formando assim uma espécie de estrutura aleatória e um caminho de fluxo variável. Assim, durante toda a operação os caminhos de fluxo de líquido e vapor são constantemente interrompidos, com isso, ocorre o aumento na retenção de líquido, que é considerado vantajoso quando esse aumento vem acompanhado da queda de pressão, pois com isso aumenta o tempo de contato e a área de interface de transferência de massa (K. J., Du Preez LJ, 2014).

Esse tipo de recheio randômico teve sua primeira geração entre 1895 até 1950 sendo produzidas duas formas básicas, bem simples e muito conhecidas: o Anel de Raschig e a sela de Berl.

A segunda geração ocorreu entre 1950 e 1970, onde se produziu duas geometrias: o Anel Pall<sup>®</sup>, que é considerada a evolução do Anel de Raschig; e a Sela Intalox<sup>®</sup>, que é a evolução da sela de Berl. Essa geração é, ainda, muito popular mundialmente e extensivamente utilizada em destilações e os modelos desenvolvidos possuem uma eficiência levemente

superior aos modelos de primeira geração quando operando logo abaixo da condição de inundação (Caldas, 2003).

A terceira geração ocorreu de meados de 1970 até os anos 1990, com o aparecimento de uma grande quantidade de formas, não restritas a evoluções do anel de Pall® e da sela Intalox®, como por exemplo: os anéis de Nutter, Intalox Saddle Metal, entre outros modelos. Nessa geração surgiram os modelos híbridos equipados com pontas livres focadas na geração de gotas, aumentando assim a área interfacial e produzindo um trade-off entre essa área e o arrastamento, apresentando assim uma melhor eficiência e com diminuição notável da queda de pressão quando comparado a geração anterior.

Já na quarta geração que começou em 1990 até a presente data, a abordagem híbrida foi sendo abandonada e novas formas foram desenvolvidas, com um tipo de geometria de onda sinusoidais. Essa nova geometria foi considerada benéfica porque tem a responsabilidade de reduzir a formação excessiva de gotas e, ao mesmo tempo, aumentar o fluxo turbulento do filme e da área interfacial (S. Lamprecht, 2010). Alguns modelos como o PRO-PAK® e NeXRing™, demonstraram desempenhos muito superiores e com maior eficiência, queda de pressão mais baixa, redução de refluxo e consumo de energia, além de uma alta resistência mecânica.

Os recheios estruturados começaram a surgir na década de 40, como descrito por Nicolaiewsky, em 1999, e sua composição inicial era basicamente uma espécie de tela metálica entrelaçada, com evolução ao longo de suas quatro gerações de embalagens distintas.

A primeira geração das embalagens estruturadas consistia principalmente de contadores de tela de arame, que resultavam em uma queda de pressão notavelmente diminuída, como o modelo chamado Panapak™, patenteado em 1953, mas que tinha um preço muito elevado quando comparado aos recheios randômicos.

A segunda geração começou no fim dos anos 50 com o desenvolvimento de recheios considerados altamente eficazes feitos de tela metálica, também conhecido como *wire-mesh*, tais como o Goodloe®, Hyperfil®, York-Twist™ e o Koch-Sulzer®. Os recheios desta geração têm como principal característica, a ação capilar, gerando uma *alta relação superfície x volume líquido* e, com isso gerando valores HETP (altura equivalente a uma placa teórica) muito baixos tanto em colunas piloto quanto em colunas de produção, o que propiciou sua aplicação na indústria.

Já a terceira geração ocorrida entre o final dos anos 70 e início dos anos 90 foi marcada pelo uso de embalagens de folha de metal corrugadas, com o objetivo de obter uma alta eficiência, custos de investimentos mais baixos, entre 3 e 5 vezes o custo de um recheio

randômico, baixa queda de pressão e uma diminuição da sensibilidade a sólidos, que era um grande problema na segunda geração.

A quarta geração de recheios estruturados, após 1990, vem se focando na proposição de outros tipos de embalagens estruturadas modificadas a fim de promover um modelo de alta capacidade (HC<sup>TM</sup>) onde o objetivo é superar inundações pré-maturas no ponto de carregamento associadas a investigações de dinâmica de fluidos que incorporam uma sequência regular de ondas acima e abaixo da folha de metal promovendo um ângulo de orientação de 45°. Essas embalagens são caracterizadas por dobrar uma ou ambas as extremidades dos canais corrugados de 45° a 0° ao longo do eixo vertical. Novos materiais tem sido utilizados em suas fabricações e novos recheios vem sendo criados, com destaque para os recheios chamados Espuma Cerâmica SiC (SCFP-SiC), e o Sepcarbs 4D.

Após análises de artigos na literatura foram detectados alguns pontos relevantes, segundo Kister 1992 e Lamprecht 2017, que auxiliam na melhor utilização de cada tipo de interno de coluna.

Colunas de pratos ou bandejas são mais utilizados nas situações que possuem: sólidos presentes na alimentação, onde as colunas precisam ter grandes diâmetros; altas cargas de líquido e alto grau de incerteza; e, sistemas complexos, com variação de composição do feed e com ocorrência de reações químicas e de absorção.

Já as colunas de recheios, que são divididas em dois tipos: randômicos e estruturados, possuem aplicações distintas.

A utilização de recheios randômicos é recomendada nas situações: onde há sistema de vácuo e aplicações para baixa queda de pressão; onde a coluna possui pequenos diâmetros, aplicável para sistemas corrosivos, sistemas de espuma e emulsão; onde há a necessidade de baixa retenção de líquido; e, em situações de destilação em lote.

Os recheios estruturados, por outro lado, promovem um melhor empacotamento, gerando colunas menores que possuem um melhor desempenho em condições de processos a pressão atmosférica, no entanto, não são recomendáveis em sistemas de vácuo e de alta viscosidade, devido a uma alta tensão superficial.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A execução deste trabalho permitiu a visualização do impacto gerado pela evolução, ao longo dos anos, dos recheios de cada uma das gerações, com o intuito de promover melhorias na separação de misturas em condições diferenciadas.

A correlação com as aplicações visualizadas na literatura permitiu comparações entre os tipos de internos de coluna e a situação em que cada tipo de internos de coluna se enquadra melhor, seja ele o tipo prato ou bandeja, ou o recheio randômico ou estruturado.

Um estudo minucioso envolvendo os novos recheios estruturados citados, aplicados a misturas complexas e comparados recheios já certificados, parece ser interessante e será abordado num próximo trabalho.

**Palavras-chave:** Internos de Colunas; Recheios, Destilação, Eficiência.

## REFERÊNCIAS

- SILVESTRE, Diego S. Inferência da Curva de Destilação ASTM da Destilação Atmosférica para Controle Avançado. Monografia, UFSC, Florianópolis, SC, p. 22- 50, 2005.
- CALDAS, J.N.; LACERDA, A. I.; VELOSO, E.; PASCHOAL, L. C. M. Internos de Torres pratos & recheios. 2 ed. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2007.
- S. Lamprecht, “Establishing a Facility to Measure Packed Column Hydrodynamics,” Stellenbosch: MSc Dissertation:, University Stellenbosch, 2010.
- K. J., Du Preez LJ, “Reactive Absorption Kinetics of CO<sub>2</sub> in Alcoholic Solutions of MEA: Fundamental Knowledge for Determining Effective Interfacial Mass Transfer Area,” Stellenbosch University South Africa, Stellenbosch, 2014.
- CALDAS, J. N.; LACERDA, A. I.; VELOSO, E.; PASCHOAL, L. C. M. Internos de Torres: Pratos e Recheios. Rio de Janeiro: Ed. UERJ, 2003.
- Lamprecht, J. H.; The development of simplistic and cost-effective methods for the evaluation of tray and packed column efficiencies, 2017.
- H. Z. Kister, Distillation Design, New Tork: McGraw Hill, 1992.