



UNICAMP

SIMULAÇÃO E OTIMIZAÇÃO DE UMA COLUNA DE ADSORÇÃO EM LEITO FIXO

Maria Fernanda Silva Leite, Reginaldo Guirardello

mariafernanda.slt@gmail.com ; guira@feq.unicamp.br
FACULDADE DE ENGENHARIA QUÍMICA, UNICAMP
DEPARTAMENTO DE PROCESSOS QUÍMICOS – DPQ
Pibic/CNPQ

Palavras-Chave: Coluna de leito fixo – Adsorção - Baixa concentração - Modelo matemático

INTRODUÇÃO

Colunas de adsorção são exemplos de equipamentos utilizados para transferência de massa. Em geral consistem de partículas sólidas imobilizadas dentro de um tubo, onde um líquido escoava entre os espaços vazios das partículas. Uma ou mais substâncias presentes no líquido são transferidas para a fase sólida, sendo essa substância retida na fase sólida por adsorção.

O projeto de leitos fixos para adsorção pode ser um procedimento complicado em virtude da interação de diversos mecanismos físicos envolvidos na adsorção (ou na troca iônica, se for o caso). Existem na literatura diversos trabalhos apresentando procedimentos para o cálculo da operação de uma coluna de leito fixo, bem como correlações para os coeficientes de transferência de massa.

As principais equações que necessitam ser resolvidas são:

- 1- Perda de carga: cálculo da variação da pressão ao longo do comprimento do tubo, em função da vazão, das propriedades físicas, e da geometria do leito.
- 2- Balanço de massa: cálculo da variação da concentração da substância sendo transferida do líquido e sendo adsorvida pelas partículas sólidas.

Uma coluna adequadamente projetada deve ter uma pequena perda de carga (baixo consumo de energia de bombeamento) e assegurar que a substância a ser removida tenha concentração abaixo de um determinado valor na saída, até o momento em que a coluna torne-se saturada.

Os modelos matemáticos necessários para a modelagem e simulação encontram-se disponíveis na literatura. Dados de propriedades físicas e coeficientes de transferência de massa também são disponíveis na literatura.

METODOLOGIA e RESULTADOS

A primeira parte da pesquisa foi baseada na análise de perda de carga da coluna em três condições de vazão. E para isso estudou-se a aplicação com dois aminoácidos aromáticos em baixa concentração, a Fenilalanina e a Tirosina, para que pudessem ser analisadas suas quedas de pressão, e conseqüente perda de carga, no leito em função das suas propriedades físicas, geometria do leito e vazão. Foram fixados valores para a coluna encontrados na literatura e estes podem ser vistos na Tabela 1. A partir disso, aplicou-se esses valores no programa Fortran, obtendo-se valores para a perda de carga e para a pressão.

Tabela 1: Propriedades do leito, do ambiente e das partículas Fenilalanina e Tirosina

L - comprimento (cm)	12,5
D - diâmetro (cm)	1,5
dp - diâmetro da partícula (cm)	0,036
eb - porosidade da coluna	0,37
ep - porosidade da partícula	0,546
P - pressão (dina/cm ²)	1013250
T - temperatura (°C)	25

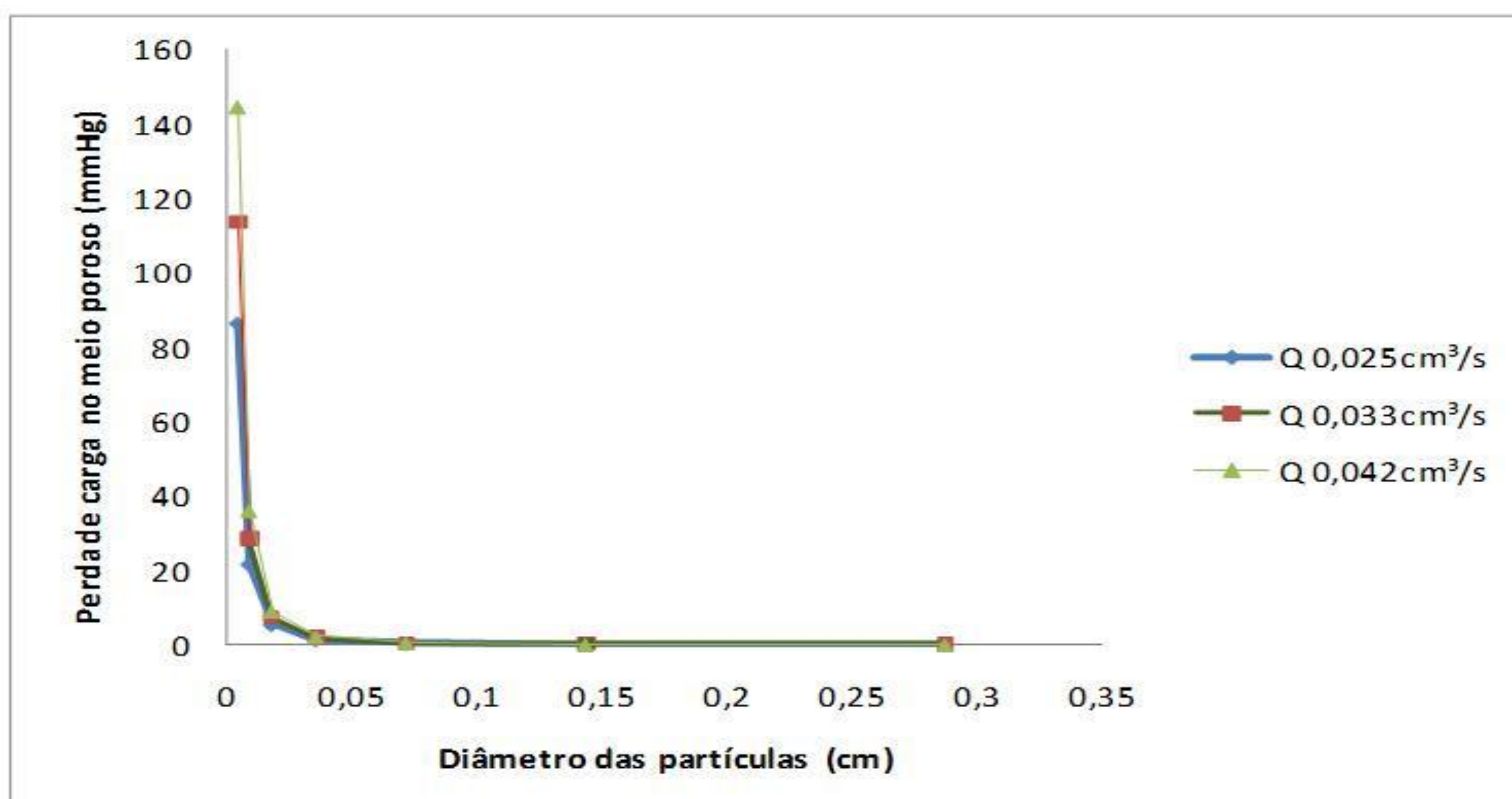


Figura 1: Gráfico da Perda De Carga em função do diâmetro das partículas para diferentes vazões.

Após a simulação notou-se que quanto menor a vazão, menor era a perda de carga. E a partir dessa análise, fez-se necessário o estudo de perfis que analisassem uma possível redução da perda de carga. Assim, passou-se a utilizar, partículas de diâmetros variáveis, para que se avaliasse como essa variação interfere na transferência de massa. E utilizou-se partículas de diâmetros entre 0,0045 e 0,288cm. Na Figura 1 tem-se os gráficos da perda de carga em função de diferentes diâmetros de partículas para as mesmas três vazões.

A segunda parte consistiu-se na simulação da concentração. Uma vez que, para ter-se o perfil ideal das partículas para que pudesse ser feita a otimização da coluna de adsorção, era necessário saber o tamanho ideal de uma partícula, a análise da concentração das partículas, foi feita para que pudesse comparar a eficiência da partícula em relação à transferência de massa

Portanto, foi feita a análise da concentração das partículas transferidas do líquido e adsorvidas pelas partículas sólidas. A equação diferencial parcial para a concentração no líquido escoando pela coluna foi resolvida numericamente pelo método de Euler implícito. A união das duas soluções foi feita através do Teorema de Duhamel (modelo linear).

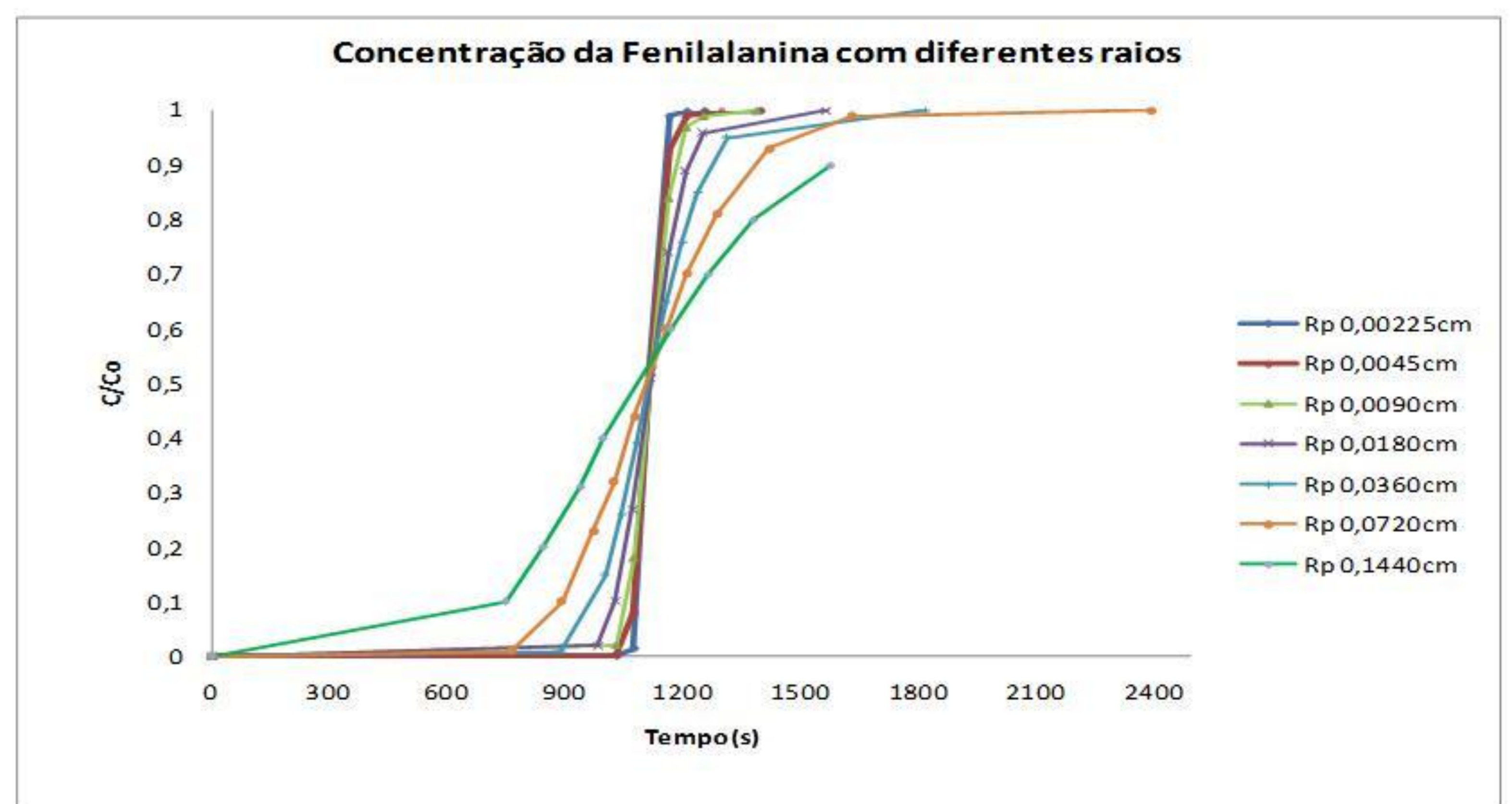


Figura 2: Gráfico da Concentração da Fenilalanina e Tirosina em relação ao tempo, para diferentes diâmetros das partículas.

Assim, pela análise da Figura 2, vemos que partículas de diâmetros menores apresentam um gráfico mais próximo de degrau, enquanto partículas maiores mostraram que a transferência de massa ocorre em um tempo muito maior, embora começassem sua transferência mais cedo. Quanto mais o gráfico aproxima-se de um degrau, mais ideal ele será, pois isso indica que a partícula (no caso, a Fenilalanina ou a Tirosina) absorveu as substâncias presentes no líquido, retendo-as na fase sólida, não apenas em um tempo menor, como também indicou que num curto período de tempo, essas partículas tinham tornado-se saturada – o que ocorre quando C/C_0 é igual a um.

CONCLUSÃO

Neste trabalho, analisou-se e simulou-se uma coluna de leito fixo de tal forma a minimizar a perda de carga e assegurar a maior vida útil possível de operação da coluna até sua saturação. Sendo assim, conclui-se que para que se minimize a perda de carga é necessário tentar reduzir a vazão e usar partículas que não apresentem um diâmetro muito pequeno. Porém em relação à transferência de massa, seria ideal o uso de partículas com o menor diâmetro. Com isso e pela análise dos dados obtidos, pode-se concluir que uma partícula de diâmetro 0,018cm é uma partícula adequada, pois esta apresenta uma perda de carga aceitável e seu gráfico de concentração aproxima-se de um degrau.