

RESUMO

A geração de efluentes contendo diferentes poluentes pelo setor produtivo motiva a implementação de tecnologias que minimizem o volume de águas contaminadas produzido e que possibilitem a sua reutilização no processo ou extração de elementos que conferem toxicidade. Tais procedimentos fazem parte do conceito de gestão de resíduos, otimizando processos produtivos, minimizando custos e contribuindo para a prática do desenvolvimento sustentável. Neste contexto o presente estudo objetiva estudar a remoção de íons nitrato a partir de águas contaminadas utilizando carvão ativado tratado com CaCl_2 . A técnica de adsorção aliada à aplicação de um sorvente com propriedades reconhecidas na remoção de ânions e cátions consiste em alternativa ao processo biológico convencionalmente aplicado. O carvão ativado, utilizado como sorvente teve sua superfície recoberta com íons cálcio, aumentando a probabilidade de interações eletrostáticas com ânions. Ensaios de sorção em escala bancada foram realizados objetivando determinar a capacidade de sorção do sólido sorvente tratado, em condições de pH próximo à neutralidade e tempos de residência determinados para cada ensaio. Os dados obtidos mostram que o aumento da concentração de CaCl_2 o tratamento do sólido implica em um aumento dos índices de sorção, alcançando valores superiores a 60%. Os resultados obtidos mostraram que a técnica utilizada apresenta potencial na remoção de íons nitrato de soluções diluídas.

METODOLOGIA

- Realização de ensaios preliminares de remoção de nitrato utilizando o processo de sorção com o carvão ativado modificado quimicamente.
- Modificação da superfície do carvão ativado granulado com solução de cloreto de cálcio (CaCl_2) 2000, 3000 e 4000 mg/L durante 1h.
- Realização de ensaios de sorção com carvão ativado modificado quimicamente (CAM) variando o pH, tempo de sorção, concentração do sólido sorvente.
- Ensaios variando a concentração dos íons presentes na solução (5, 10, 15, 20 e 25 mg/L) para a construção das isotermas de sorção.
- A sorção do íon foi determinada pela diferença entre a concentração dos íons analisada antes da adição do CAM e depois de decorrido o tempo de reação.

RESULTADOS

Teste de sorção pH variável:

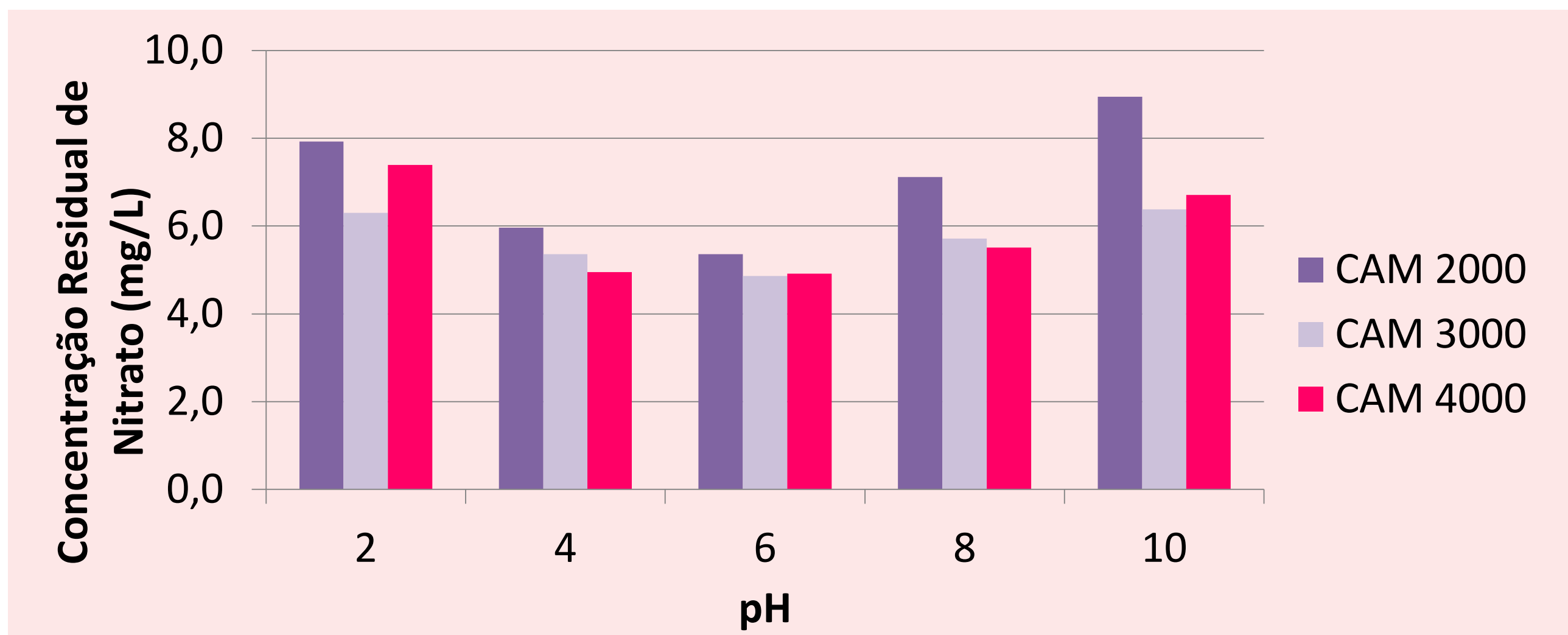


Gráfico 1. Efeito do pH na remoção de nitrato utilizando carvão granulado com superfície modificada quimicamente com 2000, 3000 e 4000 mg/L de CaCl_2 . Condições: 1g de sorvente em 200 mL de solução 10 mg/L de NO_3^- e tempo de sorção de 20 min.

De acordo com o gráfico 1, o melhor pH é 6 para todos os sólidos sorventes. Neste pH, a concentração residual de nitrato foi de 5,4; 4,9 e 4,9 mg/L para o CAM 2000, 3000 e 4000 respectivamente o que corresponde a uma remoção de 47,2 % para o CAM 2000, 51,9% para o CAM 3000 e 53% para o CAM 4000.

Teste de sorção tempo de ensaio variável:

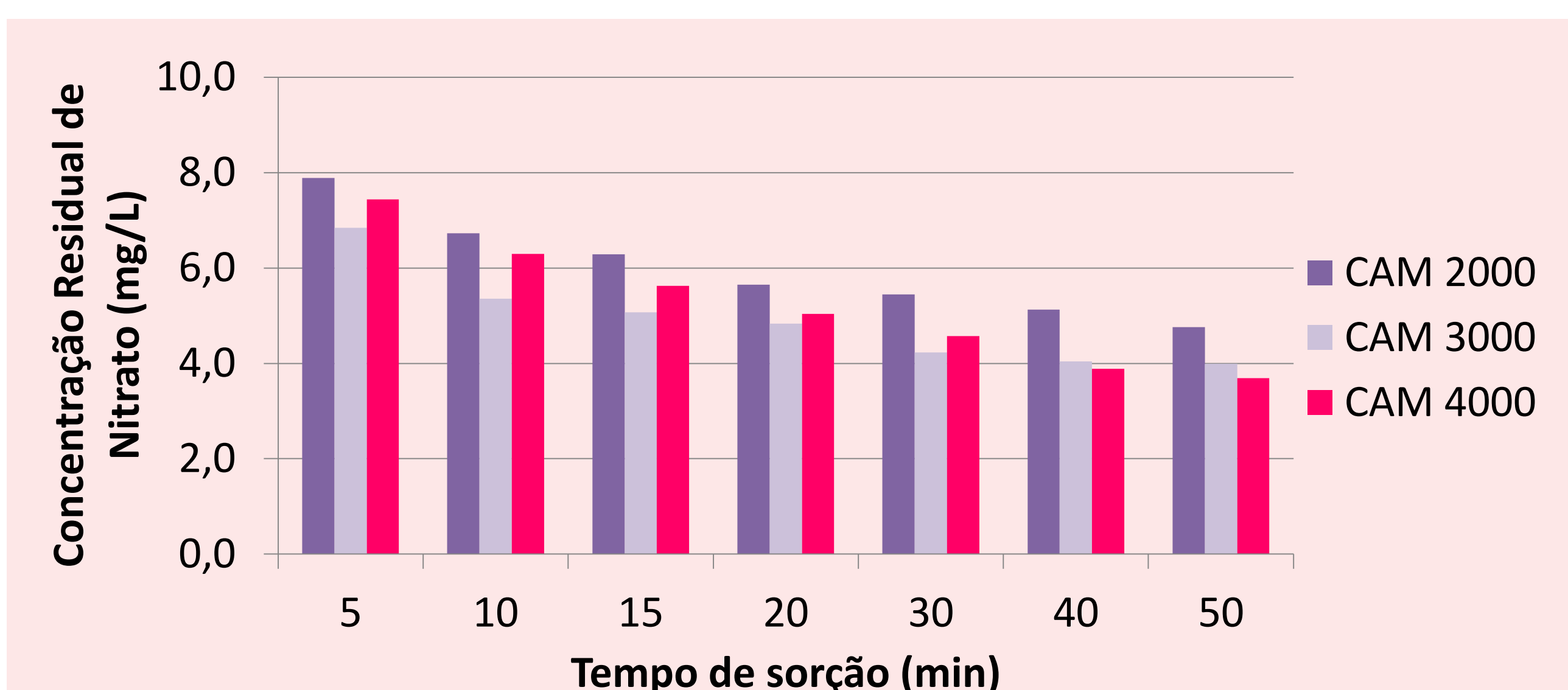


Gráfico 2. Efeito do tempo de sorção na remoção de nitrato utilizando carvão granulado com superfície modificada quimicamente com 2000, 3000 e 4000 mg/L de CaCl_2 . Condições: 1g de sorvente em 200 mL de solução 10 mg/L de NO_3^- e pH=6.

De acordo com o gráfico 2, o melhor tempo de residência é de 50 min para todos os sólidos sorventes. Neste tempo, a concentração residual de nitrato foi de aproximadamente 4,8; 4,0; e 3,7 mg/L para o CAM 2000, 3000 e 4000 respectivamente. Por ser um tempo relativamente longo e pela concentração residual de nitrato serem próximas (5,4; 4,2 e 4,6 mg/L para CAM 2000, 3000 e 4000 respectivamente) optou-se utilizar para os próximos ensaios o tempo de 30 minutos.

Teste de sorção concentração de sólido sorvente variável:

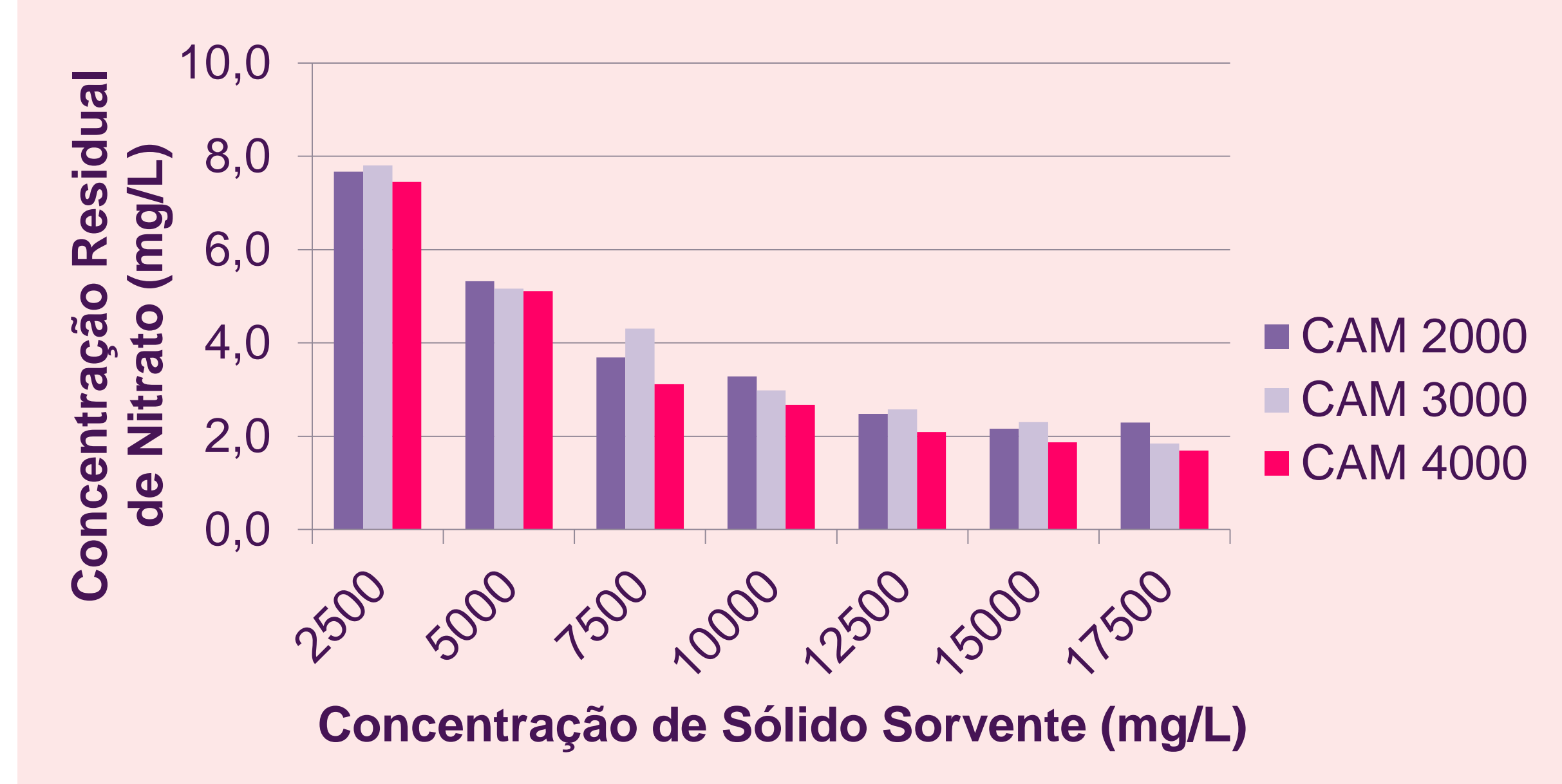


Gráfico 3. Efeito da concentração do sólido sorvente na remoção de nitrato utilizando carvão granulado com superfície modificada quimicamente com 2000, 3000 e 4000 mg/L de CaCl_2 . Condições: 200 mL de solução 10 mg/L de NO_3^- , pH=6 e tempo de ensaio de 30 min.

É possível verificar através do gráfico 3 que a melhor remoção (79%) ocorreu na concentração de 15000 mg/L de sólido sorvente para o CAM 2000. Para o CAM 3000 e 4000 a melhor remoção foi de 82 e 84% respectivamente e ocorreu quando a concentração de sólido sorvente foi de 17500 mg/L.

Isotermas de Sorção

Tabela 1: Isotermas sorção. Condições: pH 6 e tempo de ensaio de 30 min.

CAM	ISOTERMA DE LANGMUIR			ISOTERMA DE FREUNDLICH		
	R^2	$Q_{\text{máx}}$	b	R^2	K_f	n
2000	0,9875	9,40	0,18	0,9391	2,04	2,21
3000	0,9863	7,01	0,38	0,8130	2,32	2,74
4000	0,9867	9,41	0,23	0,9431	2,37	2,34

Observa-se pela tabela 1 que a isoterma de Langmuir melhor descreve o fenômeno de sorção do que a isoterma de Freundlich em todos os casos. Tal resultado indica que a sorção ocorre em uma monocamada, o que caracteriza a quimiossorção. Ou seja, a energia de adsorção para cada molécula é igual e independente da cobertura superficial, de modo que a adsorção ocorreu apenas em sítios localizados sem interação entre as moléculas adsorvidas.

CONCLUSÕES

- A modificação química do carvão com CaCl_2 mostrou-se eficiente uma vez que ocorreu a adsorção de íons nitrato pelo sólido sorvente.
- De acordo com os resultados dos testes de sorção os melhores parâmetros encontrados foram:
 - pH = 6
 - Tempo de residência = 30 min
 - Concentração do sólido sorvente = 17500 mg.L⁻¹
- A realização dos ensaios de sorção com CAM com diferentes concentrações de CaCl_2 indica que, quanto maior a concentração do reagente, maior é a remoção dos íons nitrato.
- De acordo com os ensaios, a isoterma que melhor descreve o sistema é a isoterma de Langmuir indicando que a sorção ocorre em monocamada.
- Os resultados obtidos mostraram que a técnica utilizada apresenta potencial na remoção de íons nitrato de soluções diluídas.

Agradecimentos

- UFRGS pela bolsa de IC
- DEQUI
- Profa. Isabel Tessaro pelo apoio
- Profa. Liliansa Féris pela orientação