

## Ponto de Carga Zero da Casca de Maracujá Amarelo em Soluções Metálicas

Bianca de Paula RAMOS<sup>1</sup>  
Rosane Freire BOINA<sup>2</sup>  
Gabrielle Oriente MENEZES<sup>3</sup>  
Murillo da Silva PAIANO<sup>4</sup>

**RESUMO:** O estudo de métodos de tratamento de efluentes com composição metálica é de extrema importância, devido à periculosidade que envolve a disposição desses compostos no meio ambiente e o alto custo envolvido nos processos de tratamento convencionais. Nesse contexto, a adsorção – deposição espontânea de íons em solução sob uma superfície sólida – tem ganhado destaque, sendo que um dos fatores limitantes ao seu bom desempenho é o pH. Entender como a superfície adsorvente se comporta e de que forma a deposição metálica pode ser favorecida é de notável relevância na determinação dos parâmetros a serem aplicados no tratamento de efluente com essa composição. Assim, este trabalho analisou o valor de pH em que a carga superficial do adsorvente será nula, de forma a ser possível prever as condições de pH oportunas à adsorção.

**Palavras-chave:** Carga superficial. Íons metálicos. Adsorção. Maracujá Amarelo. Efluentes.

### 1. INTRODUÇÃO

Denomina-se água poluída toda aquela cujas características físicas ou químicas foram alteradas negativamente. Dentre os poluentes que mais afetam o ecossistema aquático destacam-se os íons metálicos, uma vez que os prejuízos

---

<sup>1</sup> Discente do 4º ano do curso de Engenharia Ambiental da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” FCT – UNESP Campus de Presidente Prudente. [bia.raamos@hotmail.com](mailto:bia.raamos@hotmail.com). Bolsista da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP). Processo FAPESP nº 2015/09170-1. Autora do Trabalho.

<sup>2</sup> Docente do curso de Engenharia Ambiental da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” FCT – UNESP Campus de Presidente Prudente. Engenheira Ambiental (FCT UNESP). Mestre e Doutora em Engenharia Química (UEM). [rosane@fct.unesp.br](mailto:rosane@fct.unesp.br). Orientadora do Trabalho

<sup>3</sup> Discente do 4º ano do curso de Engenharia Ambiental da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” FCT – UNESP Campus de Presidente Prudente. [gabih.menezes@hotmail.com](mailto:gabih.menezes@hotmail.com). Bolsista da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP). Processo FAPESP nº 2015/14944-6. Co-autora do Trabalho

<sup>4</sup> Assistente de Suporte Acadêmico na Central de Laboratórios da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” FCT – UNESP Campus de Presidente Prudente. Roberto Símonsén, 305, Centro Educacional, Presidente Prudente - SP. CEP 19060-900. Telefone: (18) 98103-7646 – Email: [murillo@fct.unesp.br](mailto:murillo@fct.unesp.br). Co-autor do Trabalho

gerados por seu lançamento se mantêm mesmo após a interrupção das fontes poluidoras (YOKOTA E COPOLLA, 2015). Esses materiais podem reduzir a capacidade autodepurativa das águas e, quando em suspensão ou dissolvidos na água, são potencialmente absorvidos pelos peixes por procedimentos de difusão ou ingestão, ocasionando o fenômeno de bioacumulação (VAGHETTI, 2009).

Vale ressaltar que a remoção de metais de efluentes não é compatível com a maioria dos processos de tratamento, uma vez que depende das condições de pH, força iônica, temperatura, presença de ligantes disponíveis, entre outros aspectos (AGUIAR E NOVAIS, 2002). Somado a isso está o alto custo de implantação ou execução e, muitas vezes, formação de resíduos tóxicos dos tratamentos convencionais para íons metálicos (VIEIRA et al., 2014).

Neste cenário, a biossorção - capacidade que certos tipos de biomassa morta possuem que permite a ligação de íons metálicos, a partir de soluções aquosas - tem ganhado destaque dentro dos métodos de tratamento de efluentes (MENEZES, 2010). Porém, apenas os sólidos de baixo custo e alta capacidade de retenção apresentam potencial técnico-econômico para implantação em sistemas de tratamento adsorptivos (VOLESKY, 2003). Assim, este trabalho fez uso casca do maracujá amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa*) como biossorvente, uma vez que este atende as condições desejadas para os ensaios biossorbitivos.

O potencial hidrogeniônico (pH) é um parâmetro fundamental no processo de biossorção, pois determina a carga da superfície do adsorvente e governa as interações eletrostáticas na interface sólido-líquido, interferindo na competição existente por sítios ativos entre os íons metálicos e as demais espécies protônicas presentes (TOLEDO, 2005).

Assim, o pH da solução afeta a sorção na medida em que determina o grau de distribuição das espécies químicas. A intensidade desse efeito pode ser maior ou menor conforme o material empregado, uma vez que as cargas da superfície do adsorvente dependem da sua composição e das características da superfície (NASCIMENTO et al., 2014).

Conhecer o valor de pH em que a superfície está com carga elétrica neutra - o Ponto de Carga Zero (PCZ) - permite prever a ionização de grupos funcionais da superfície biossorvente e sua interação com espécies de metal em solução. Quando o sólido é carregado negativamente (soluções de pH superior ao PCZ), a interação da superfície será com espécies metálicas positivas; enquanto que

em soluções de pH inferior ao PCZ, ocorrerá interação com as espécies negativas. Dessa forma, a determinação do PCZ da casca do Maracujá Amarelo em soluções metálicas é primordial para modelagem das condições de adsorção, e por isso foi foco deste trabalho.

## **2. DESENVOLVIMENTO**

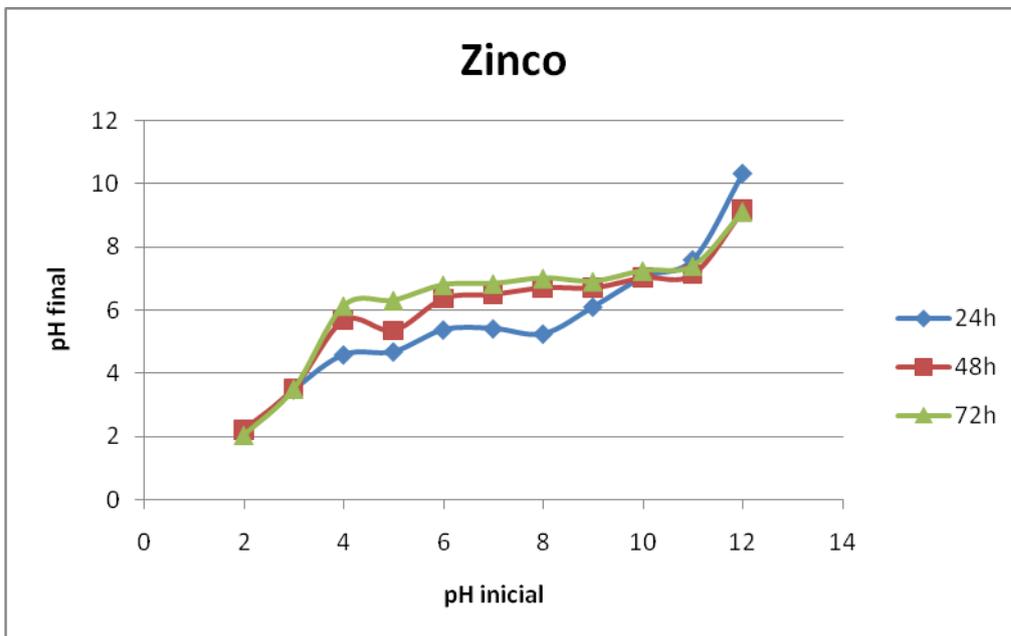
A determinação do Ponto de Carga Zero (PCZ) foi realizada utilizando o processo denominado “experimento dos 11 pontos” (TOLEDO, 2005). Neste procedimento, 0,02g do material adsorvente são postos em contato com 20 mL de solução aquosa, sob 11 diferentes condições de pH inicial (2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12), ajustados pelo pHmetro digital HANNA, modelo HI9126, com soluções de HCl ou NaOH a 0,1 mol/L. Após um determinado tempo, a temperatura ambiente, o pH é novamente medido (ANDERSON E SPOSITO, 1991). Faz-se, então, um gráfico de pH final versus pH inicial, em que o pH- PCZ corresponde à faixa na qual o pH final se mantém mais constante, independentemente do pH inicial, ou seja, a superfície comporta-se como um tampão.

O material adsorvente empregado foi adquirido na forma comercial: pó triturado industrialmente. Os íons metálicos analisados – zinco, cobre, níquel, chumbo, cromo e alumínio – foram estudados separadamente, com soluções de concentração metálica de 1,0ppm, e a fim de confirmar a estabilização das cargas, o ponto de carga zero foi medido em 3 diferentes tempos, quais sejam: 24, 48 e 72 horas.

### **2.1 Resultados**

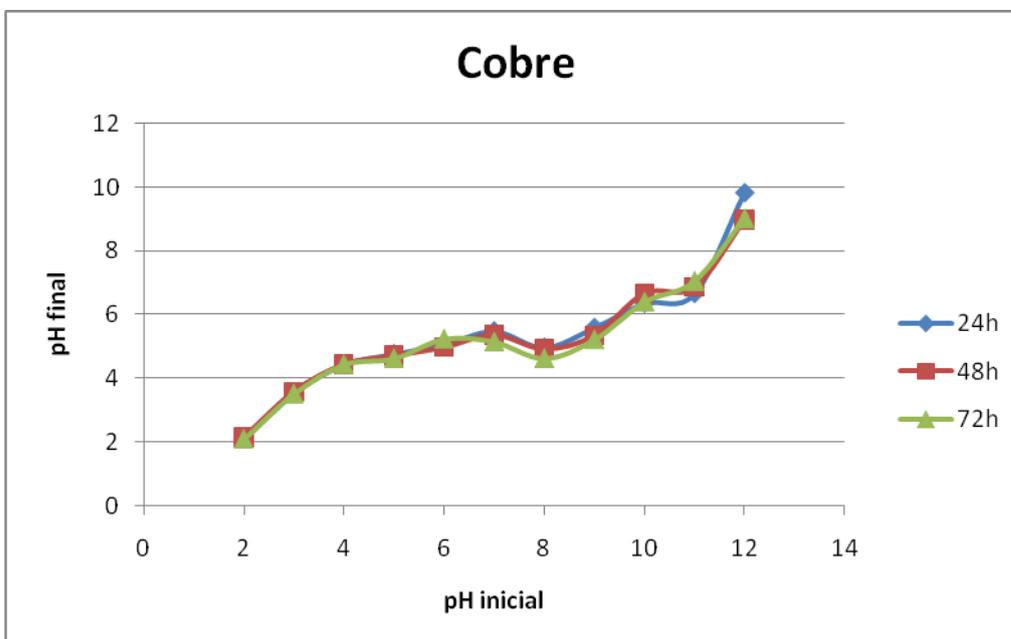
Os gráficos de pH final versus pH inicial para cada um dos seis metais estudados encontram-se representados nas Figuras de 1 a 6. Neles pode-se ver a tendência de estabilização em um dado pH, independente das condições iniciais, a este chamamos  $pH_{PCZ}$ .

**Figura 1:** Ponto de Carga Zero do zinco a 1,0ppm.



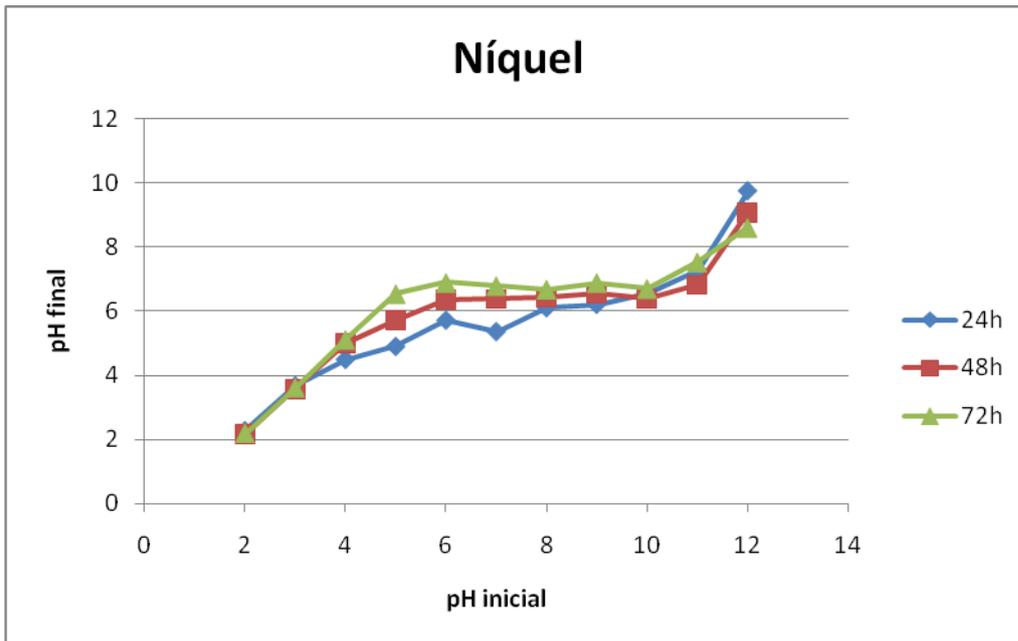
**Fonte:** Autor, 2017

**Figura 2:** Ponto de Carga Zero do cobre a 1,0ppm.



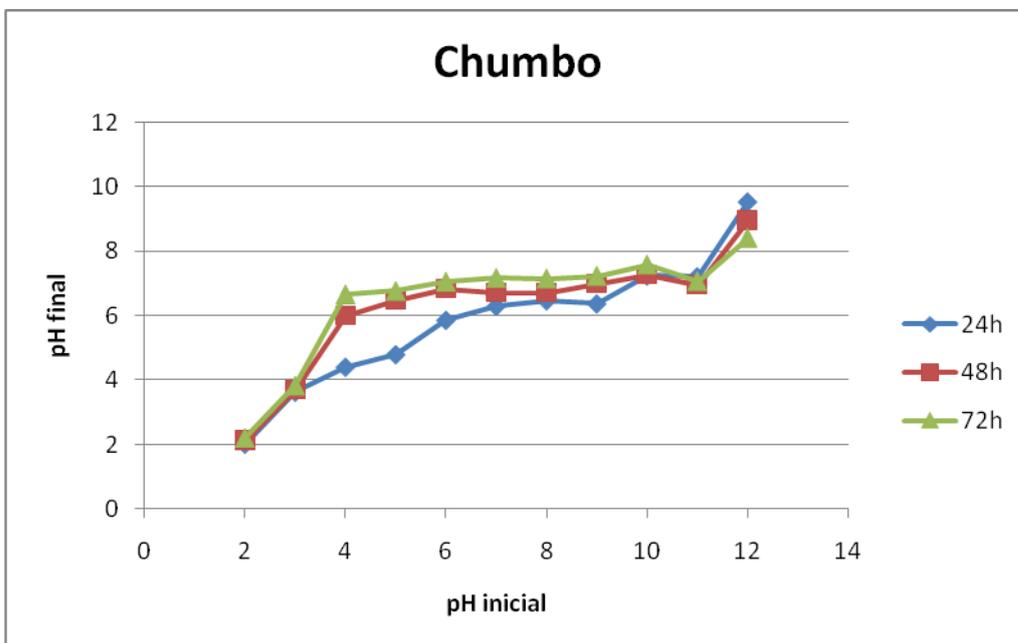
**Fonte:** Autor, 2017

**Figura 3:** Ponto de Carga Zero do níquel a 1,0ppm.



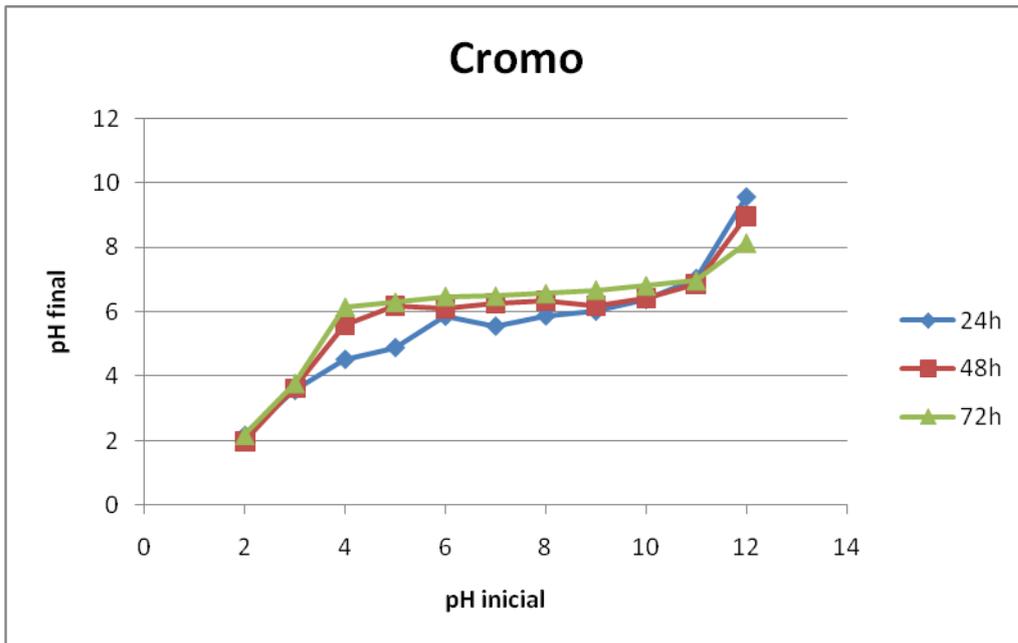
**Fonte:** Autor, 2017

**Figura 4:** Ponto de Carga Zero do chumbo a 1,0ppm.



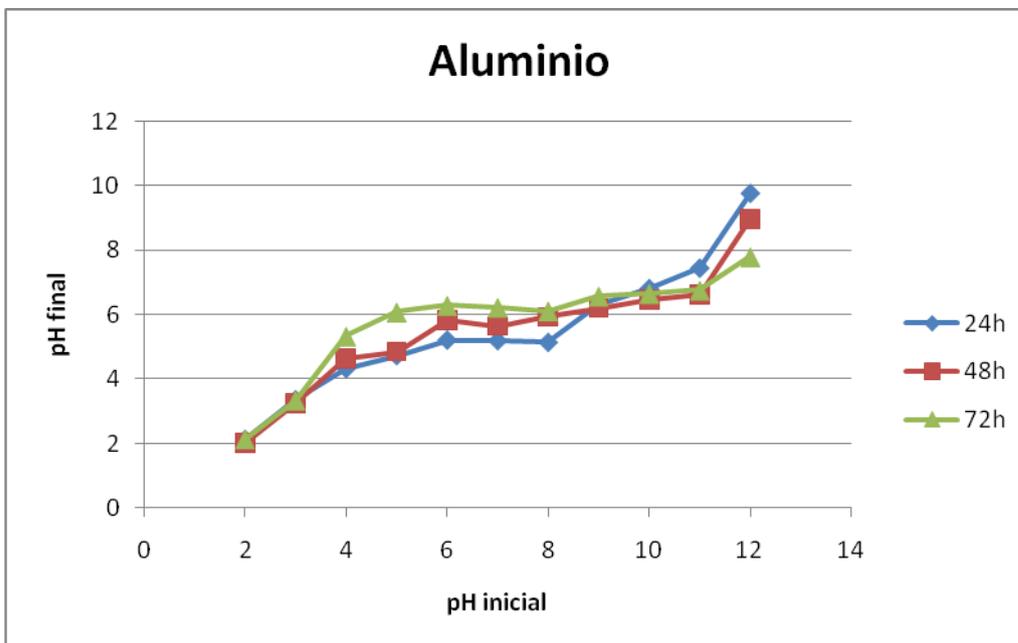
**Fonte:** Autor, 2017

**Figura 5:** Ponto de Carga Zero do cromo a 1,0ppm.



**Fonte:** Autor, 2017

**Figura 6:** Ponto de Carga Zero do alumínio a 1,0ppm.



**Fonte:** Autor, 2017.

Por meio da análise das Figuras apresentadas, observou-se que com 48h o potencial hidrogeniônico se estabiliza, uma vez que ao comparar o valor encontrado neste intervalo de tempo com o de 72h quase não se vê alteração. Percebeu-se ainda que a linha de constância de pH fica consideravelmente mais

linear com 48h do que com 24h. Assim, têm-se uma maior confiança na apresentação dos dados. Vale notar também que apenas o íon cobre obteve estabilização com 24h.

O valor definido como ponto de carga zero para cada metal foi: pH 6,88 para o zinco; pH 4,88 para o cobre; pH 6,74 para o níquel; pH 7,10 para o chumbo; pH 6,52 para o cromo e pH 6,29 para o alumínio. Estando os íons metálicos na forma de cátions na solução, o processo de adsorção é favorecido sob a presença de grupos aniônicos na superfície considerando as condições do experimento realizado.

Em valores de pH muito menores que o do PCZ os grupos superficiais ionizáveis se protonarão, resultando em uma carga líquida positiva que pode promover repulsão entre a superfície e os íons metálicos. Por outro lado, em valores de pH mais altos que o do PCZ, as cargas de superfície serão predominantemente negativas, favorecendo a aproximação dos cátions metálicos. Entretanto, quando o pH é muito básico, pode ocorrer precipitação de hidróxidos metálicos insolúveis, tanto na solução como na superfície do adsorvato, os quais irão interferir no processo de tratamento.

Dessa forma, acredita-se que deve ser aplicado ao processo de tratamento valores de pH próximos ao do PCZ, com deslocamento de pH próximo a meio (0,5) no sentido de favorecimento da ligação. Tal carga já será suficiente ao estabelecimento da ligação entre o íon metálico e a superfície adsorvente, sem grandes interferências ao sólido ou ao líquido a ser tratado.

### **3. CONCLUSÃO**

Por meio das análises realizadas constatou-se que a estabilização das cargas metálicas da solução aconteceu entre 24h e 48h de contato com o adsorvente. Na maioria dos casos, a superfície do pó de maracujá amarelo encontrou-se com carga líquida superficial nula para valores de pH próximo a 7, sendo o ponto de carga zero para cada metal: 6,88 para o zinco; 4,88 para o cobre; 6,74 para o níquel; 7,10 para o chumbo; 6,52 para o cromo e 6,29 para o alumínio.

Destaca-se ainda que ao aplicar-se pH inferior ao valor determinado pelo PCZ a superfície apresentará carga líquida positiva, enquanto que, em pH maior, a carga líquida será negativa. Visto que os metais presentes no líquido estão na forma de cátion, é interessante que o sentido da reação seja descolado para o favorecimento da ligação entre a superfície adsorvente e os metais de interesse.

Assim, recomenda-se que o tratamento, por adsorção, de efluentes com carga metálica seja realizado em pH levemente superior ao valor de PCZ encontrado para o íon de interesse. Para que, dessa forma, se efetive a ligação metálica ao sólido sem gerar consideráveis interferências à superfície adsorvente ou à solução metálica.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, M.R.M.P.; NOVAES, A. C. Remoção de metais pesados de efluentes industriais por aluminossilicatos. **Química Nova**, v. 25, n. 6B, p. 1145-1154, 2002.

ANDERSON, S.J.; SPOSITO, G. Cesium adsorption method for measuring accessible structural surface charge. **Soil Science Society of America Journal**, v.55, p.1569-1576, 1991.

CHARLEY, H. Pectin. WILEY, J. **Food Science**. 2 ed. New York. 1982. 564 p.

MENEZES, M. **Remoção do corante reativo azul 5g a partir de soluções aquosas utilizando o bagaço do maracujá amarelo como adsorvente**. 2010. 115 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de Maringá (UEM). Maringá – PR. Fevereiro.

MORAES, A. V. D.; RIBEIRO, A. M. C.; PRADO, B. G.; ALMEIDA, C. B. S.; LUZ, C. P.; CINALLI, D. P.; DANIEL, F. A.; SARAVALLI, F. M.; CHAVES, M. L. C.; DANIEL, M. S. Biossorção de metais pesados. **Anais... IX Simpósio de base experimental das ciências naturais da Universidade Federal do ABC (UFABC)**. São Paulo. 12 e 13 de agosto de 2011.

NASCIMENTO, R. F; LIMA, A. C. A; VIDAL, C. B; MELO, D. Q; RAULINO, G. S. C. **Adsorção: aspectos teóricos e aplicações ambientais**. Editora Imprensa Universitária da Universidade Federal do Ceará. 256p. Volume único. Fortaleza-CE. 2014.

NOVOTNY, V. Diffuse Sources os Pollution by Toxic Metals and Impacto n Receiving Waters. **Heavy Metals: Problems and Solutions**, cap.3, p 33-52, 1995.

PINHEIRO, E. **Pectina da casca do maracujá amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa*)**: otimização da extração com ácido cítrico e caracterização físico-

química. 2007. 79 f. Monografia (Pós Graduação em ciências dos alimentos) Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Florianópolis – SC.

TOLEDO, B. I; GARCIA F. M. A; UTRILLA R. J; CASTILLA, M. C; FERNANDEZ, V. F. J. Bisphenol a removal from water by activated carbon, Effects of carbon characteristics and solution chemistry. **Environmental Science Technology**, v. 39, p. 6246–6250, 9 jul. 2005.

VAGHETTI, J.C.P. **Utilização de Biossorvente para Remediação de Efluentes Aquosos Contaminados com Íons Metálicos**. 2009. 84 p. Dissertação (Doutorado em química) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

VIEIRA, B.; BRAGA, D. M.; JESUS, T. A. Biossorção de Cd (II) utilizando casca de laranja como substrato. **Anais...X Encontro Nacional de Águas Urbanas**. 16 – 18 de setembro de 2014.

VOLESKY, B. **Sorption and Biosorption**. BV Sorbex, Inc. Quebec. 2003.