

### **III-058 - ESTUDO DA ADSORÇÃO DO CORANTE AZUL DE METILENO COM O CARVÃO DA CASCA E COROA DO ABACAXI**

**Luciana Rezende Alves de Oliveira<sup>(1)</sup>**

Possui graduação em Química pela Universidade de Ribeirão Preto, Mestrado em Bioquímica pela Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto - Universidade de São Paulo / USP e Doutorado em Química pela FFCLRP - Universidade de São Paulo / USP. Coordenadora do Programa de Pós-graduação Mestrado Profissional em Tecnologia Ambiental da UNAERP do Campus Ribeirão Preto. E-mail: [lroliveira@unaerp.br](mailto:lroliveira@unaerp.br).

**Michelle Ludmila Guedes dos Santos<sup>(2)</sup>**

Doutoranda em Tecnologia Ambiental – UNAERP. Docente do Instituto Federal De Educação, Ciência e Tecnologia Do Tocantins - Campus Palmas. e-mail: [ludmilaguedes@ifto.edu.br](mailto:ludmilaguedes@ifto.edu.br)

**Elaine da Cunha Silva Paz<sup>(3)</sup>**

Doutoranda em Tecnologia Ambiental – UNAERP. Docente do Instituto Federal De Educação, Ciência e Tecnologia Do Tocantins - Campus Palmas. e-mail: [elaine@ifto.edu.br](mailto:elaine@ifto.edu.br)

**Marcelo Mendes Pedroza<sup>(4)</sup>**

Doutor em Engenharia Química. Docente do Instituto Federal De Educação, Ciência e Tecnologia Do Tocantins - Campus Palmas. e-mail: [mendes@ifto.edu.br](mailto:mendes@ifto.edu.br)

**Ricardo Resplandes de Sousa Paz<sup>(5)</sup>**

Discente do Instituto Federal De Educação, Ciência e Tecnologia Do Tocantins - Campus Palmas. e-mail: [ricardosousapaz@gmail.com](mailto:ricardosousapaz@gmail.com)

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Universidade de Ribeirão Preto. AV. Costábile Romano, 2.201 Ribeirânia, Ribeirão PRETO – SP, CEP: 14099-900.

#### **RESUMO**

Diante do problema da indústria têxtil em relação a concentração de corantes em seus efluentes, tem-se a necessidade de produzir adsorventes que sejam eficientes e de baixo custo para o tratamento dentro do processo. Entre os métodos de remoção de cor o tratamento por meio da adsorção tem sido estudado e aplicado com materiais alternativos. O objetivo deste trabalho foi produzir um carvão vegetal eficiente e de baixo custo oriundo do setor agroindustrial. O carvão vegetal foi produzido pelo processo de pirólise da biomassa residual da casca e coroa do abacaxi em temperatura final do processo de 500°C, em um tempo de pirólise de uma hora com o gás de arraste nitrogênio. Os parâmetros avaliados no processo de adsorção foram o potencial de remoção do corante azul de metileno em diferentes concentrações de massas a uma temperatura de 30°C por um tempo de dez minutos na mesa agitadora com uma concentração de azul de metileno a 10mg/L. Os ensaios de adsorção indicaram melhores eficiências de remoção do corante com o carvão da coroa do abacaxi, para este carvão obteve 99,33% de eficiência na remoção do corante para uma massa de 0,6g de carvão. Já o carvão da casca do abacaxi para a mesma quantidade de massa teve a eficiência de remoção reduzida de 13,82% quando comparado com o carvão da coroa.

**PALAVRAS-CHAVE:** Abacaxi, adsorção, biomassa agroindustrial, carvão vegetal, indústria têxtil.

#### **INTRODUÇÃO**

Á quantidade de água que contem no planeta Terra corresponde a dois terços de sua superfície, sendo que 97% estão distribuídos em mares e oceanos e não pode ser aplicada para a maioria das atividades desenvolvidas pelo homem. A água doce no planeta corresponde somente 2,5% do total disponível e possui sua distribuição de maneira irregular (BRITO, 2007).

Cerca de dois terços da população mundial vivem em regiões que se tem a escassez de água em determinado período do ano. Sendo que 500 milhões de pessoas habitam em áreas que o consumo de água excede os o total de recursos hídricos. A qualidade da água está diretamente relacionada à quantidade disponível, uma vez que a poluição pode ser gerada de diferentes fontes (ANA, 2017).

Os danos ambientais tiveram seu início nos séculos XX, dentre eles a poluição das águas, em decorrência da modernização e a grande geração de resíduos, assim como incapacidade de os recursos hídricos absorver todas as mudanças.

Uma boa parte das fontes de geração da poluição e degradação da qualidade da água vem do despejo de esgotos não tratado, escoamento agrícola e águas residuária do processo de indústria que não foram submetidas ao tratamento adequado (ANA, 2017).

No Brasil as atividades que demandam um maior consumo de água são: irrigação, abastecimento animal, indústria, abastecimento urbano, abastecimento rural, mineração e termoeletricas. Remetendo assim, sempre as necessidades diárias do ser humano e por vários motivos tem sofrido um crescente na escassez, portanto, se não for realizado ações quanto a conscientização o problema tornará mais grave ocasionando a falta de água para as gerações futuras.

O uso racional da água trata-se das mais diversas atividades que podem ser desenvolvidas pelo homem, ponderando-se na oferta deste recurso, nas formas de uso e delimitação da aplicação, garantia de qualidade e quantidade da parte retornada, além da garantia da manutenção do ciclo hidrológico e a conservação da oferta atual (JÚNIOR *et. al* ,2013)

Diante do contexto, é necessário desenvolver ações para assegurar a quantidade e qualidade da água para os próximos anos. Tais ações podem ser voltadas com o foco: no reaproveitamento, na recuperação do sistema hídrico, na erradicação da poluição por meio de leis mais rígidas e no investimento de novas tecnologias.

O setor têxtil está incluso na terceira maior atividade que demanda consumo de água para desenvolver suas atividades. Além de caracteriza-se por um elevado consumo de água é considerada também uma atividade que gera grandes volumes de efluentes líquidos, a qual apresenta elevadas concentrações de corantes que caso não sejam tratados podem gerar grandes problemas ambientais (KUNZ *et. al*, 2002; MARCHI, 2015).

O carvão vegetal é um produto sólido oriundo de um processo de conversão de uma matéria orgânica, esta transformação dar-se por meio do processo de pirólise ou carbonização que geralmente acontece em ambiente com ausência de oxigênio e a temperaturas superiores a 300°C. Pode ser aplicado em diversas finalidades, sendo as mais conhecidas para geração de energia e como um adsorvente (MARTINS, 2016).

O carvão em consequência a degradação das plantas sua composição é feita por materiais carbonosos e minerais e suas propriedades quanto ao potencial de adsorção está relacionado a origem da matéria prima, bem como as mudanças físico-químicas decorrentes da decomposição da matéria (RAFATULLAH, 2010).

O carvão ativado é um dos produtos mais utilizados como adsorvente, entretanto, o seu alto custo faz com que surja estudo em busca de produtos com materiais de baixo custo e que desempenham um papel com qualidade igual ou superior aos carvões já comercializados.

As indústrias de beneficiamento industrial de polpa de frutas para produção de sucos são geralmente as maiores produtoras dos resíduos do abacaxi. A parte comestível do abacaxi representa cerca de 22,5% a 35% do fruto em massa; a outra parte é considerada resíduo, que é composto por cascas, coroas e talos. (ROGÉRIO *et al*. 2004; SILVA, 2011).

Dessa forma, uma grande quantidade de resíduo oriundo da casca e coroa do abacaxi são gerados anualmente sendo, portanto, um material de baixo custo e de fácil obtenção, além de proporcionar um excelente potencial como adsorvente na remoção de corantes como o azul de metileno.

O presente trabalho teve como objetivo produzir e caracterizar carvão oriundo dos resíduos da casca e coroa do abacaxi, assim como analisar o potencial de remoção do corante azul de metileno em solução aquosa em diferentes proporções de massa.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Os resíduos são derivados do comércio alimentício no setor urbano da cidade de Palmas- TO, os quais são descartados na coleta urbana da cidade. A biomassa estudada é oriunda da casca e coroa do abacaxi.

A metodologia empregada no presente trabalho foi desenvolvida no laboratório de físico-química do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Tocantins – campus Palmas. O ensaio de azul de metileno foi realizado para verificar o potencial de adsorção que o carvão da casca e coroa do abacaxi tem em relação ao corante em estudo.

### Coleta e preparo da biomassa

Após a coleta, a amostra foi levada para o Laboratório de Meio Ambiente e o Laboratório de Inovação em Aproveitamento de Resíduos e Sustentabilidade Energética – LARSEN do IFTO para secagem, análise granulométrica, análise imediata e preparação dos briquetes para produção de carvão.

Os resíduos da casca e coroa do abacaxi, foram reduzidas em pedaços menores (Figura 01) e logo após colocados em estufa por 11 e 6 dias, respectivamente, em temperatura média de 40°C, para garantir a perda gradual e total da umidade aparente.

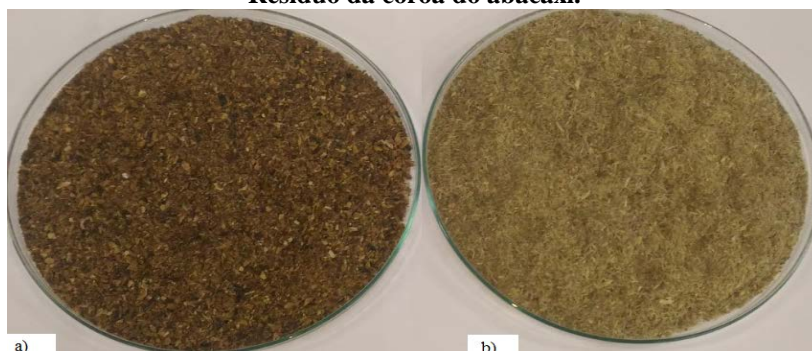
**Figura 1 - Biomassa oriunda da casca e coroa do abacaxi. a) Casca do abacaxi; b) Coroa do abacaxi**



Fonte: Autora, 2018.

Após a secagem foi realizada a trituração das biomassas e a classificação granulométrica na peneira de mesh 10, ou seja, abertura de 2,00 mm (Figura 2).

**Figura 2 - Casca e coroa do abacaxi após análise granulométrica. a) Resíduo da casca do abacaxi; b) Resíduo da coroa do abacaxi.**



Fonte: Autora, 2018.

Após a classificação do material seco, foi realizada a produção do carvão da casca e coroa do abacaxi, por meio do processo de pirólise em temperatura de 500°C (Figura 3).

**Figura 3 - Carvão da casca e coroa do abacaxi.**

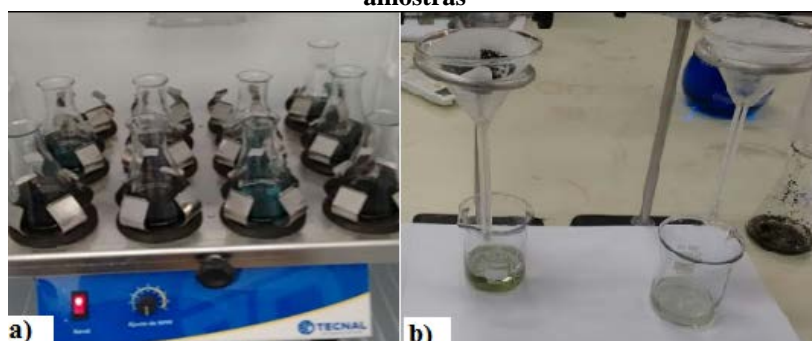


Fonte: Autora, 2018.

### Ensaio de Adsorção de Azul de Metileno

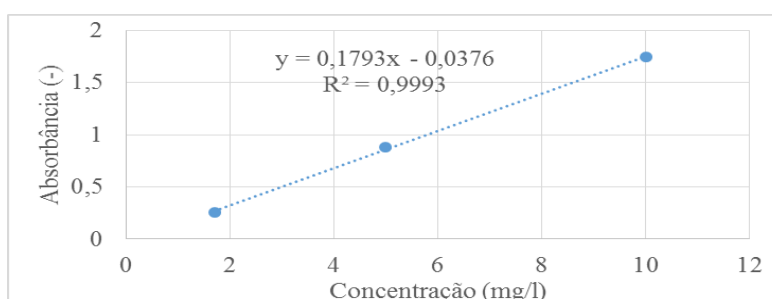
Para ensaio de adsorção, o carvão foi lavado com água destilada e seco em estufa por 1 hora a 105 °C. Em seguida pesou-se 0,2 g, 0,4 g e 0,6 g de material adsorvente e colocou em contato com 30 ml de solução de azul de metileno em uma concentração de 10 mg/L. Em seguida as amostras foram levadas a uma mesa agitadora por 10 minutos com velocidade de 50 rpm a uma temperatura de 30 °C (Figura 4 - a). Após a adsorção as amostras foram filtradas (Figura 4 - b) e determinado a absorbância das soluções a 660 nm (Figura 5 e 6).

**Figura 4 – Ensaio de adsorção azul de metileno. a) Amostras em mesa agitadora; b) Filtração das amostras**



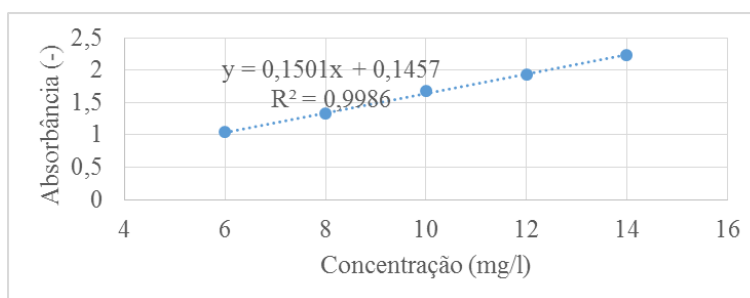
Fonte: Autora, 2018.

Os valores de absorbância apresentados para cada solução padrão de azul de metileno são demonstrados nas Figura 5 e 6. A regressão linear valida o ensaio, uma vez que apresentada os experimentais com coeficiente satisfatório (0,99), validando, portanto, a expressão matemática que representa a relação entre a absorbância e a concentração do soluto. Desta forma a determinação da concentração do corante azul de metileno foi determinado a partir da equação da reta.



**Figura 5 – Curva de calibração do corante azul de metileno para casca do abacaxi (660 nm).**

Fonte: Autora, 2018.



**Figura 6 – Curva de calibração do corante azul de metileno para coroa do abacaxi (660 nm).**

Fonte: Autora, 2018.

Para obtenção dos valores do ensaio de adsorção é necessário realizar a curva de calibração do aparelho (Figura 5 e Figura 6) que relaciona a concentração do corante azul de metileno e a absorbância lida no espectrofotômetro e a estrutura química do corante azul de metileno para logo após calcular concentração final (CF), concentração final média (CFM), concentração adsorvida média (CAM), quantidade de soluto adsorvido por grama de adsorvente (QS) e eficiência de remoção (EF), conforme expresso nas Equações de 1 até 5:

$$CF1 = (0,0376 + y) / 0,1793 \text{ e } CF2 = (0,1457 - y) / 0,1501 \quad (\text{Equação 1})$$

$$CFM = \sum CF / 3 \quad (\text{Equação 2})$$

$$CAM = CI - CFM \quad (\text{Equação 3})$$

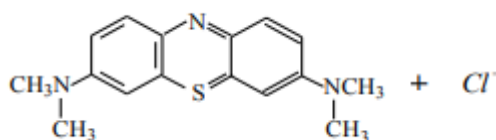
$$QS = (CAM \times S) / QAm \quad (\text{Equação 4})$$

$$EF = ((CI - CFM) / CI) \times 100 \quad (\text{Equação 5})$$

Onde: Y = Valores da absorbância lida no espectrofotômetro; CI = Concentração inicial (10 mg L<sup>-1</sup>); S = Solução (0,03L); QAm = Quantidade de amostra (g).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 7 mostra a estrutura química do corante azul de metileno, bem como os poros existentes na sua estrutura que permitem a interação entre este e os poros do carvão da casca e coroa do abacaxi, realizando, portanto, a interação para a adsorção.



**Figura 7 - Estrutura química do azul de metileno.**

Fonte: SILVA, 2005.

O ensaio com quantidade de massas diferentes teve a finalidade de detectar a eficiência do adsorvente em relação a um determinado adsorvato. A Tabela 1 e a Tabela 2 apresentam os resultados experimentais obtidos durante os ensaios de adsorção do poluente azul de metileno com o adsorvente oriundo do carvão casca e coroa do abacaxi, respectivamente.



**Tabela 1 - Teste de adsorção de azul de metileno, carvão da casca do abacaxi**

Identificação	Quant. amostra (g)	Conc. Final média (mg L <sup>-1</sup> )	Conc. adsorvida média (mg L <sup>-1</sup> )	Quant. de soluto adsorvido por grama de adsorvente qe (mg g <sup>-1</sup> )	Eficiência de remoção (%)
1	0,2	1,46	8,54	1,28	85,45
2	0,4	1,30	8,70	0,65	86,95
3	0,6	1,27	8,73	0,44	87,27

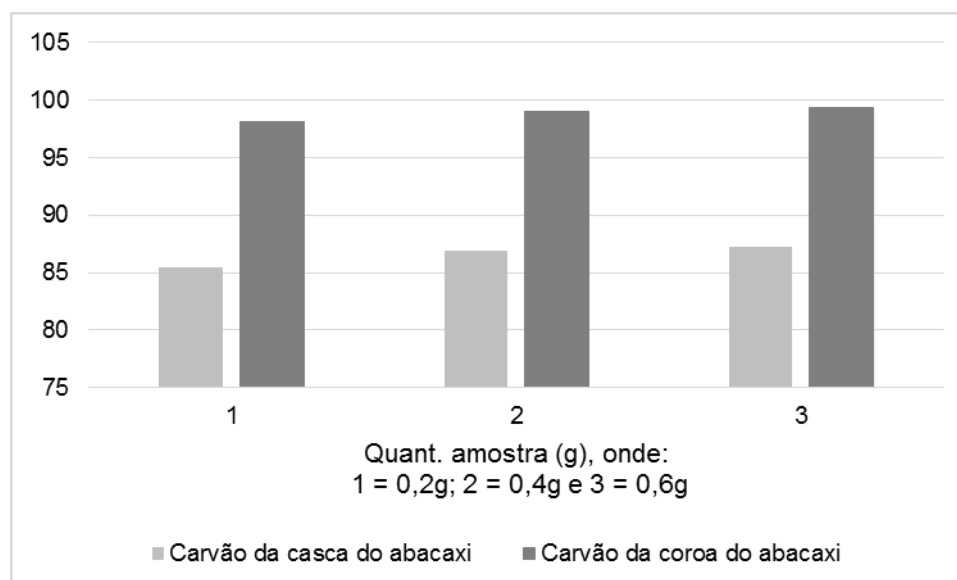
Fonte: Autora, 2018.

**Tabela 2 - Teste de adsorção de azul de metileno, carvão da coroa do abacaxi**

Identificação	Quant. amostra (g)	Conc. Final média (mg L <sup>-1</sup> )	Conc. adsorvida média (mg L <sup>-1</sup> )	Quant. de soluto adsorvido por grama de adsorvente qe (mg g <sup>-1</sup> )	Eficiência de remoção (%)
1	0,2	0,19	9,81	1,47	98,09
2	0,4	0,10	9,90	0,74	98,98
3	0,6	0,07	9,93	0,50	99,33

Fonte: Autora, 2018.

As Tabelas 1 e 2, mostram o potencial de purificação dos adsorventes oriundos da casca e coroa do abacaxi. A eficiência de maior remoção deu-se de 87,27% e 99,33% para os finos de carvão da casca e coroa do abacaxi, respectivamente, mostrando eficiência parecida ao do carvão ativado comercializado. Já a Figura 7, faz uma comparação na eficiência dos dois tipos de carvão.



**Figura 8 – Comparativo entre as eficiências de remoção (%) do carvão vegetal da casca e coroa do abacaxi.**

Fonte: Autora, 2019.

Por meio da Figura 8, é possível perceber uma maior eficiência do carvão da coroa em relação a casca do abacaxi para os mesmos parâmetros. Sendo que o carvão da coroa apresenta uma eficiência de 13,82% superior a eficiência de remoção que o carvão da casca do abacaxi conseguiu obter.

O aumento de massa não desempenhou um papel importante na capacidade adsorptiva de ambos os carvões, visto que a quantidade de massa foi aumentada em 300% e a eficiência teve aumento de apenas 1,26% para o carvão da coroa e 2,12% para o carvão da casca do abacaxi. O uso de adsorção com carvão, como método de tratamento de efluentes contendo corantes tem sido aplicado em diversas pesquisas. Sob este cenário, o carvão produzido com a casca e coroa do abacaxi, sobre tudo o da coroa, apresentou uma eficiência de remoção da coloração do efluente têxtil, demonstrando assim, como uma alternativa a ser empregada no aproveitamento de água para os demais processos da indústria.

## CONCLUSÕES

O adsorvente oriundo da casca e coroa do abacaxi possui vantagens em relação ao carvão ativado comercializado. Um dos principais pontos a se destacar é que o carvão vegetal em estudo obteve variação de eficiência de remoção do corante azul de metileno entre 85,45% a 99,33%. Diante disso carvão é possível afirmar que o carvão vegetal em estudo tem um excelente desempenho tão quanto ao carvão ativado comercializado. Visto que o carvão ativado comercializado a eficiência de remoção encontra-se em torno de 80-100%, levando em consideração a molécula a ser adsorvida, a quantidade de carvão, concentração de impurezas contidas em solução e a temperatura do processo.

Pode-se concluir que a variação de aumento de massa do carvão não foi significativa para o aumento na remoção do poluente azul de metileno.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANA – Agência Nacional de Águas. Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: 2017. <http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/relatorio-conjuntura-2017.pdf>, 2017.
2. BRITO, LT de L.; SILVA, A. de S.; PORTO, Everaldo R. Disponibilidade de água e a gestão dos recursos hídricos. Embrapa Semiárido-Capítulo em livro científico (ALICE), 2007.
3. JÚNIOR, J. A. S.; JÚNIOR, G. B.; SANTOS, J. K. L.; BRITO, E. T. F. S.. Uso racional da água: ações interdisciplinares em escola rural do semiárido brasileiro. *Ambiente & Água-An Interdisciplinary Journal of Applied Science*, v. 8, n. 1, 2013.
4. MARTINS, R. Teoria e pratica na definição, implementação e avaliação de fornos de terra melhorados ibek no distrito de mabalane- província de gaza. 2016. Disponível em: [http://greenlight-africa.com/assets/relatorio\\_projecto\\_prod\\_sust\\_carvao-parte\\_2\\_greenlight\\_2016\\_final.pdf](http://greenlight-africa.com/assets/relatorio_projecto_prod_sust_carvao-parte_2_greenlight_2016_final.pdf)
5. MARCHI, H. F.; SOEIRO, T. N.; HALASZ, M. R. T. Estudo da adsorção do corante básico azul de metileno por cascas de Eucalyptus grandis lixiviadas. In: XI Congresso Brasileiro de Engenharia Química. 2015.
6. ROGÉRIO, M. C. P.; BORGES, I.; NEIVA, J. N. M.; PIMENTEL, J. C. M.; CARVALHO, F. C.; PONTE, T. R.; COSTA, J. B.; CATUNDA, A. G. V. (2004). Valor nutritivo do subproduto da indústria processadora de Abacaxi (Ananás comosus) em dietas para ovinos. Consumo de Nutrientes. Anais. 141ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. 2004.
7. RAFATULLAH, M.; SULAIMAN, O.; HASHIM, R.; AHMAD, A.. Adsorption of methylene blue on low-cost adsorbents: a review. *Journal of hazardous materials*, v. 177, n. 1-3, p. 70-80, 2010.
8. SILVA, Ariane Torquato da et al. Influência da temperatura na adsorção do corante azul de metileno utilizando serragem de Pinus elliottii como um adsorvente alternativo: um modelo para o tratamento de efluentes têxteis. 2005.

9. SILVA, O. de O.. Aproveitamento do bagaço de abacaxi (*Ananas comosus* L. Merrill) para produção biotecnológica de xilitol. 142f. (Doctor Scientiae). Departamento de Ciencia e Tecnologia de Alimentos Universidade Federal de Viosa, MG, 2011.
10. KUNZ, A.; ZAMORA, P. P.; MORAES, S. G. D.; DURÁN, N.. Novas tendências no tratamento de efluentes têxteis. Química nova, 2002.