



Caracterização físico-química de bagaço de maçã para sua posterior utilização como adsorvente

Sandra Liliana Alborno Marín¹ Raquel Dalla Costa da Rocha²
Vanderlei Aparecido de Lima³

07 abr. 2015

Resumo – A remoção de contaminantes das águas residuais tem se convertido em um dos estudos mais promissórios na atualidade, devido à necessidade de se conservar os recursos naturais. Um dos contaminantes mais conhecidos na indústria têxtil é os corantes, sendo que seus efeitos possuem um grande impacto negativo no meio ambiente. Existem diferentes técnicas para o tratamento de contaminantes, que contenham corantes, entre os quais, a adsorção tem ganhado um papel importante. O objetivo deste trabalho foi caracterizar o bagaço de maçã (BM) da variedade Fuji, por meio de diferentes técnicas como a análise proximal (umidade, cinzas, proteína bruta, fibra bruta), análise elementar (carbono, nitrogênio e hidrogênio), análise espectroscópica por infravermelho médio (FTIR) e microscopia eletrônica de varredura (MEV), para posterior utilização desta matriz como adsorvente na remoção de corantes têxteis. Resultados preliminares da caracterização do bagaço de maçã demonstraram a seguinte composição: teor de umidade de 89,36%, cinzas 1,57%, fibra bruta 35,64%, proteína 7,29%, com conteúdo elementar de C (52,72%), H (7,71%), N (1,54%). Os espectros de FT-IR apresentaram bandas de absorção que podem ser atribuídas principalmente aos grupos funcionais de hidroxilas (–OH), grupos amidas (R–CONH–), grupos carbonilas (–CO–) e carboxilas (–COOH). Além destas características, as partículas de BM apresentaram tamanhos variados e formas heterogêneas, com superfícies porosas. Dessa forma, o BM mostra-se como um bom material adsorvente alternativo para posteriores estudos de adsorção de corantes sintéticos de efluentes provenientes de indústrias têxteis.

Palavras-chave: resíduo agroindustrial. granulometria. análise proximal. análise elementar.

1. INTRODUÇÃO

A água é um dos recursos mais apreciados do mundo, devido a sua importância para a manutenção da vida no planeta. A água está disponível sob a forma de água superficial, subterrânea, de chuva e do mar.

Apenas 1% da água existente no planeta está disponível como água doce, podendo ser utilizada no dia a dia, sendo que somente um terço desta porcentagem é empregado para usos agrícolas, industriais e domésticos (SHARMA; RASHMI, 2012).

1 slam1503@hotmail.com, UTFPR Câmpus Pato Branco, Pato Branco, Brasil.

2 UTFPR Câmpus Pato Branco, Pato Branco, Brasil.

3 UTFPR Câmpus Pato Branco, Pato Branco, Brasil.



A água é um dos recursos mais apreciados do mundo, devido a sua importância para a manutenção da vida no planeta. A água está disponível sob a forma de água superficial, subterrânea, de chuva e do mar. Apenas 1% da água existente no planeta está disponível como água doce, podendo ser utilizada no dia a dia, sendo que somente um terço desta porcentagem é empregado para usos agrícolas, industriais e domésticos (SHARMA; RASHMI, 2012).

Uma vasta gama de contaminantes de origem antrópica atinge os corpos de água e uma fração considerável destes contaminantes são os corantes sintéticos, que estão presentes em muitas esferas de nossa vida cotidiana (KUSIC et al., 2011). A presença dos corantes nos corpos de água caracteriza uma poluição estética, favorece o processo de eutrofização e causa perturbações na vida aquática.

Os efluentes contaminados por corantes além de serem tóxicos podem ser carcinogênicos mutagênicos ou teratogênicos, além de serem extremamente recalcitrantes (HAI; YAMAMOTO; FUKUSHI, 2007). A eliminação dos corantes dos efluentes industriais deve ser eficiente e econômica e tem sido um desafio para as empresas têxteis (ASGHER; AZIM; BHATTI, 2009).

O Brasil é um grande produtor agrícola e ocupa a 11ª posição como produtor de maçã IGBE, (2014). O início da produção de maçã em grande escala foi nos anos 60 em Fraiburgo - Santa Catarina e, atualmente a região Sul do país é responsável pela maior parte da produção nacional de maçãs (SUPERINTENDÊNCIA, 2011).

A macieira é um híbrido que inclui várias espécies como *Malus sieversii*, *Malus orientalis*, *Malus sylvestris*. As principais cultivares presentes no Brasil são: Maçã Gala, Maçã Fuji, Maçã Golden Delicious, Maçã Joaquina, e Maçã Mollie's Delicious. A maçã Fuji é um cultivar, de baixa acidez e com frutos doces, tem boa frigidificação e são sensíveis às doenças como a sarna (LORENZI et al., 2006). Com esta ampla variedade de maçãs, o Brasil pode ser tornar também, grande produtor de sucos de maçãs, e

para tal finalidade, o processamento desta fruta se faz necessário.

O processamento de maçãs para a produção de suco inclui etapas como recepção, seleção, resfriamento, sanitização, corte das maçãs, sanitização após o corte, aplicação de inibidores de escurecimento em fatias cortadas, seleção de filmes para embalagem e armazenamento e distribuição do produto processado (TOIVONEN et al., 2007).

Os resíduos gerados a partir desses processos de transformação de produtos agrícolas são caracterizados como resíduos agroindustriais. Na produção de sucos, geleias e doces, o beneficiamento da fruta baseia-se na prensagem do fruto e na extração do suco e da polpa, e o resíduo gerado a partir deste processamento é chamado de bagaço, que constitui a mistura de cascas, sementes e polpa (PACIONI, 2013).

Nos últimos anos, no Brasil e no mundo tem-se avaliado o aproveitamento destes resíduos, devido a sua abundância. Esses resíduos podem ser utilizados em diferentes processos de reaproveitamento como, por exemplo, para a produção de energia, utilizando-se esta biomassa, que outrora era desprezada (PACIONI, 2013).

Outro uso deste tipo de resíduo é como adsorventes nos processos de adsorção, para tratamento de águas residuais (CHEN et al., 2010). A utilização de resíduos agrícolas como adsorvente está se tornando uma alternativa potencial para a eliminação de contaminantes em solução aquosa, pois, estes tratamentos são econômicos e eficientes. Outra vantagem da utilização deste tipo de resíduos, é que eles, por serem subprodutos das indústrias, estão disponíveis em grandes quantidades. Estes resíduos podem ser potencialmente ativos em processos de adsorção, devido às suas características físico-químicas (YAGUB et al., 2014).

A análise físico-química destes resíduos deve ser feita para sua caracterização, proporcionando mais informação sobre o comportamento que estes materiais apresentam ao serem utilizados nos



processos de adsorção.

O Bagaço de Maçã é composto por partes de paredes celulares de plantas (fibras alimentares), pequenos pedaços de tecido de maçã composto por células do parênquima inteiro, células quebradas, fragmentos de pele de maçã, talos, sementes e núcleo fibroso material, bem como a água com polissacarídeos da parede celular (fibra solúvel) e outros compostos dissolvidos. Além disso, esse bagaço possui teores significativos de celulose, hemicelulose, pectina e baixa quantidade de proteína, todos provenientes das paredes celulares juntamente com a lignina, originários principalmente dos talos (GUERRERO et al., 2014; WU et al., 2014).

O objetivo deste trabalho foi caracterizar o bagaço de maçã (BM) da variedade Fuji, por meio de diferentes técnicas como a análise proximal (umidade, cinzas, proteína bruta, fibra bruta), análise elementar (carbono, nitrogênio e hidrogênio), análise espectroscópica por infravermelho médio (FTIR) e microscopia eletrônica de varredura (MEV), para posterior utilização desta matriz como adsorvente na remoção de corantes têxteis.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Reagentes e Materiais

O bagaço de maçã (BM) da variedade Fuji foi fornecido por uma indústria alimentícia localizada no município de Treze Tílias – SC, proveniente do processo de fabricação de suco de maçã. O material foi coletado na saída da despoldadeira em sacos plásticos e acondicionado em caixas de isopor, até a sua preparação.

2.2. Preparação do Bagaço de Maçã

Inicialmente o Bagaço de Maçã foi submetido às sucessivas lavagens com água corrente e depois foram feitos enxágues com água destilada. A secagem foi feita em estufa (Modelo: Fanem 502/3A) a 60 °C até peso constante. As amostras foram moídas em liquidificador (Modelo: Walita) e classificado conforme a granulometria requerida por meio de agitador de

peneiras sob agitação mecânica (Modelo: BERTEL 0010) durante 15 minutos.

2.3. Análises físico-químicas

A caracterização do adsorvente incluiu análises físico-químicas contendo a análise proximal - determinação de umidade, matéria volátil e cinzas, determinação de fibra bruta, determinação do nitrogênio total e de proteína bruta.

Além da caracterização físico-química, as amostras foram submetidas análise elementar (CHN), e à espectroscopia de infravermelho por transformada de Fourier (FTIR) e microscopia eletrônica de varredura (MEV).

Análise Proximal

A análise proximal inclui a determinação de umidade, matéria volátil e cinzas, sendo que estas foram desenvolvidas conforme a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2008). A determinação do teor de fibra bruta foi realizada pelo método Henneberg e Stohman, conforme descrição de Silva e Queiroz, (2012), utilizando aparelho digestor para determinação de fibra bruta (Modelo: Tecnal TE-149). Em sequência foi realizada a determinação de nitrogênio total e de proteína bruta de acordo com o método Kjeldahl descrito por Silva e Queiroz (2012), utilizando-se destilador de nitrogênio (Modelo: Tecnal TE-0363).

Análise Elementar

Por meio desta técnica, pode-se determinar a porcentagem de carbono (C), hidrogênio (H) e nitrogênio (N). As análises foram realizadas no analisador elementar (Modelo: Perkin Elmer CHN 2400), localizado na Central Analítica do Instituto de Química da Universidade de São Paulo - USP.

Espectroscopia no Infravermelho

Os grupos funcionais presentes no bagaço de maçã foram determinados por espectroscopia de infravermelho com transformada de Fourier (FTIR). Uma pequena quantidade do bagaço macerado com



tamanho de partícula 0,062 mm foi misturado com KBr e novamente macerado com pistilo de ágata, a fim de obter a pastilha para leitura da absorção. Estas análises foram realizadas no espectrofotômetro (Modelo: Perkin Elmer FT-IR Frontier) na Central de análise da UTFPR Câmpus Pato Branco - PR.

Microscopia Eletrônica de Varredura

As características morfológicas da superfície do bagaço de maçã foram obtidas por meio de Microscopia Eletrônica de Varredura - MEV (Modelo: Hitachi TM3000). As análises foram conduzidas na Central de análise da UTFPR Câmpus Pato Branco - PR.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Preparação do Bagaço de Maçã

A Figura 1 evidencia o aspecto da biomassa após a lavagem (a) e depois da secagem e classificação granulométrica (b). Não houve tratamento químico no bagaço de maçã.



Figura 01 – Aspecto Visual do Bagaço de Maçã: (a) Bagaço Úmido (b) Bagaço Seco na Granulometria 0,25 mm.

A partir desta imagem pode se observar que o bagaço de maçã não sofre nenhum tipo de mudança significativa em relação a alterações químicas, com a oxidação. O bagaço é conservado, classificado granulometricamente e armazenado para posteriores estudos como adsorvente.

Granulometria

A distribuição percentual dos tamanhos das partículas das amostras do bagaço de maçã foi estabelecida em cinco faixas como é demonstrado na Tabela 1. A

maior porcentagem (46,87%) do bagaço de maçã ficou retida na peneira de tamanho 0,250 mm. Além disto, a maior distribuição granulométrica (83,84%) esteve presente nas faixas de 0,59-0,250 mm.

Tabela 01 – Porcentagem de Granulometria do Bagaço de Maçã.

Tamanho da peneira	Quantidade de Bagaço (g)	% Granulometria
1,180	4,698	2,458
1,000	4,922	2,575
0,590	70,665	36,974
0,250	89,577	46,869
0,125	16,99	8,890
	4,269	2,234
Σ	191,121	100,000

A classificação granulométrica é um fator importante para o processo de adsorção, pois o tamanho da partícula é um dos parâmetros que mais afetam o processo de adsorção, em função de sua área superficial e da homogeneidade da amostra.

3.2. Análises físico-químicas

Análise Proximal

A análise proximal visa obter parâmetros das amostras como: determinação de umidade, conteúdo de proteína bruta, fibra bruta total e cinzas ou matéria mineral. Os resultados obtidos da análise proximal para o bagaço de maçã são apresentados na Tabela 2.

Tabela 02 – Médias dos resultados da análise proximal do Bagaço de Maçã (BM).

Análise Imediata	%
Umidade*	89,36 ± 0,22
Matéria Volátil	10,64 ± 0,22
Cinzas	1,57 ± 0,04
Fibras	35,64 ± 0,92
Proteína	7,29 ± 0,49

* Base úmida

O bagaço de maçã possui 89,36% de umidade. Este valor se aproxima com o reportado por Wu et al., (2014). Estes pesquisadores determinaram que a umidade no bagaço de maçã fresco foi de 81,3%. Portanto, este alto teor de umidade do Bagaço de Maçã o caracteriza como um resíduo de fruta



altamente suscetível à deterioração.

A determinação de cinzas fornece a indicação do material mineral presente na amostra. O valor médio do teor de cinzas na amostra do BM foi de 1,57% ± 0,04%, que comparado com Momm (2007) foi de 1,93%. Observa-se que o bagaço de maçã é um resíduo agroindustrial com baixo teor de compostos minerais.

Dados reportados por Momm (2007) informam que o teor de fibras em bagaço de maçã é de 37,14%. Este valor foi próximo ao observado nos resultados obtidos neste estudo (35,64% ± 0,92%).

Segundo Wu et al. (2014), em suas pesquisas utilizando-se também bagaço de maçã, encontraram o teor de 3,74% de proteína. Este valor representa aproximadamente a metade do teor de proteína determinado neste estudo (7,29 ± 0,49%). Esta diferença no teor de proteína pode estar relacionada com as diferenças de região e do clima, em que a maçã foi cultivada.

Análise Elementar

A análise elementar é uma técnica utilizada para a determinação dos teores dos elementos carbono, hidrogênio, nitrogênio, entre outros, em compostos tipicamente orgânicos. Os valores das porcentagens de carbono, hidrogênio e nitrogênio, para o bagaço de maçã deste estudo estão apresentados na Tabela 3.

A composição elementar do Bagaço de Maçã segundo Guerrero et al. (2014) é de: carbono C (47,98%), hidrogênio H (6,65%) e nitrogênio N (0,78%), o que corrobora com os dados obtidos neste estudo. O carbono foi o elemento que apresentou o mais elevado teor, certamente se deve ao fato de que os resíduos de bagaço de maçã são ricos em compostos orgânicos.

Tabela 03 – Médias dos resultados da análise elementar do Bagaço de Maçã (BM).

Análise Elementar	%
C (% b.s.)	52,72 ± 0,11
H(% b.s.)	7,71 ± 0,16
N(% b.s.)	1,54 ± 0,11

b.s. Base Seca feita em triplicata

É importante salientar, que neste estudo, o bagaço provém da variedade Fuji, o que pode influenciar nas diferenças de valores encontrados por outros autores. Wu et al., (2014) utilizaram bagaço de maçã da variedade Granny Ramsey Smith e Pink Lady e Chand et al., (2014) utilizou a variedade Golden Delicious em seus estudos.

Espectroscopia Infravermelho

A espectroscopia FTIR foi utilizada para identificar os grupos funcionais presentes no Bagaço de Maçã. O espectro FTIR obtido para o bagaço de maçã está apresentado na Figura 2. Este espectro apresenta 14 bandas características deste tipo de resíduo.

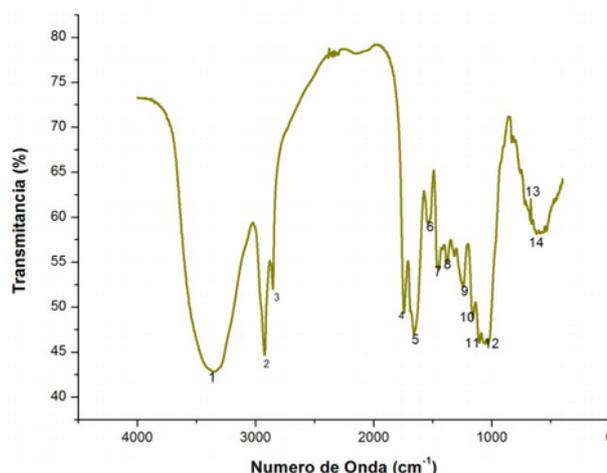


Figura 02 – Espectro infravermelho (FTIR) do Bagaço de Maçã (BM).

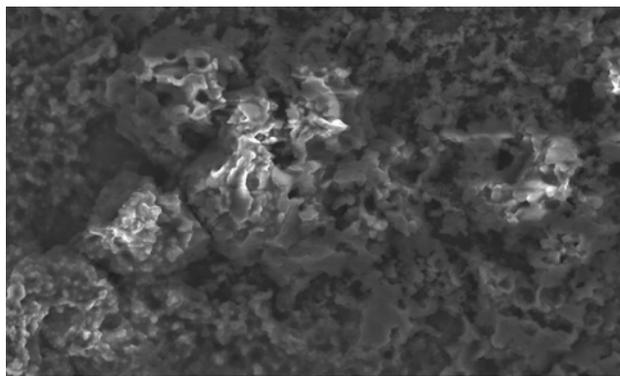
O espectro de infravermelho das amostras de Bagaço de Maçã mostrou uma rica variedade de grupos funcionais. A banda presente em 3347 cm⁻¹ foi atribuída às vibrações de alongamento O-H, NH, C-O os possíveis constituintes são os polissacarídeos. As bandas fortes em 1743 cm⁻¹ e 1658 cm⁻¹ podem ser atribuídas à vibração de alongamento C=O e o grupo carbonila -CO-. As bandas presentes em 2921 cm⁻¹ e 2851 cm⁻¹ são características dos grupos C-H_n e CH₂ próprios de compostos alifáticos. As bandas presentes em 1534 cm⁻¹ e 1452 cm⁻¹ são características de vibrações de flexão N-H e alongamento C-O de amidas e carboxilatos. As bandas contempladas nas regiões 1240 cm⁻¹, 1161 cm⁻¹, e 1104 cm⁻¹ são próprias das ligações C-O-C e C-O. As bandas encontradas



nas regiões de 672 cm^{-1} e 619 cm^{-1} são próprias de cada composto, neste caso do bagaço de maçã. Estas bandas também são conhecidas como as bandas da região do *finger print*.

Estudos recentes Chand et al. (2014) mostram que o bagaço de maçã é rico em polifenóis, o que se confirmam com as bandas dos grupos hidroxilas ($-\text{OH}$) encontradas neste estudo. O bagaço de maçã também é rico em polissacarídeos, pectinas, celulose, hemicelulose e lignina e todos estes compostos apresentam os grupos funcionais como os determinados neste trabalho ($-\text{COO}$ $-\text{CO}$, $-\text{NH}_2$, $-\text{OH}$).

Microscopia Eletrônica de Varredura MEV



HL D4,5 x1,0k 100 um
Figura 03 – Micrografia do Bagaço de Maçã (BM) com amplificação de 1000 X tamanho de partícula 1,0 mm.

A Microscopia eletrônica de varredura (MEV) tem sido a principal ferramenta para a caracterização da morfologia da superfície e das propriedades físicas

fundamentais de um adsorvente. Esta técnica é útil para se determinar a forma das partículas, sua porosidade e distribuição de tamanho. As micrografias de Bagaço de Maçã são mostradas na Figura 3.

Por meio das imagens obtidas com ampliação de 1000 vezes, pode-se observar que a morfologia do bagaço de maçã apresenta uma estrutura porosa com um número considerável de poros. A forma e tamanho destes poros não são homogêneos, o que auxiliar no processo de adsorção, pois há uma boa possibilidade de que os contaminantes podem ser retidos nesses poros quando este resíduo agroindustrial for utilizado na remoção de contaminantes como adsorvente.

4. CONCLUSÃO

De acordo com as características físico-químicas do Bagaço de Maçã apresentadas neste estudo, pode se concluir que o mesmo pode ser um potencial adsorvente na remoção de contaminantes. Ainda são necessários outros estudos para avaliar a aplicabilidade deste resíduo em processos de adsorção. Estudos completos mediante a determinação de parâmetros cinéticos, isotérmicos e termodinâmicos podem ser realizados para se melhor caracterizar este tipo de adsorvente.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq pelo apoio financeiro e ao PPGTP, UTFPR e central de análises, Central Analítica do Instituto de Química USP.



Physicalchemical characterization of apple pomace by subsequent use as adsorbent

Abstract – Removal of water contaminants have converted in a promissory study in the present because the needing to conserve this natural resources. Some of most known contaminants are dyes, and their effects have a negative big impact in environment. There are different techniques for treatment dye contaminants, among which adsorption have won an important role. For this reason, this present work characterized apple pomace (AP) of Fuji variety by different techniques like proximal analyze (moisture, ash, crude protein, crude fiber), elemental analysis (carbon, nitrogen and hydrogen), infrared spectroscopy analysis (FT-IR) and scanning electron microscopy (SEM), for further analyzes like adsorbent in textile dyes removal. Preliminary results show that apple pomace have 89.36% of moisture, 1.57% of ash, 35.64% of crude fiber, 7.29% of protein, elemental content of C (52.72%), H (7.71%), N (1.54%). FT-IR spectrum showed absorption bands that could be functional groups like hydroxyl (–OH), amides (R–CONH–), carbonyl (–CO–) e carboxyl (–COOH). Also particles constituting the apple pomace show heterogeneous forms and sizes whit porous surface. Therefore AP could be a good alternative adsorbent material to further research in adsorption the synthetic dyes from textile industries.

Keywords: agroindustrial residue. elemental analysis. grain size. proximate analysis.

REFERÊNCIAS

- ASGHER, M.; AZIM, N.; BHATTI, H. N. Decolorization of practical textile industry effluents by white rot fungus *Coriolus versicolor* IBL-04. **Biochemical Engineering Journal**, v. 47, n. 1-3, p. 61–65, 2009.
- CHAND, P.; SHIL, A. K.; SHARMA, M.; PAKADE, Y. B. Improved adsorption of cadmium ions from aqueous solution using chemically modified apple pomace: Mechanism, kinetics, and thermodynamics. **International Biodeterioration & Biodegradation**, v. 90, p. 8–16, 2014. Elsevier.
- CHEN, S.; ZHANG, J.; ZHANG, C.; et al. Equilibrium and kinetic studies of methyl orange and methyl violet adsorption on activated carbon derived from *Phragmites Australis*. **Desalination**, v. 252, n. 1-3, p. 149–156, 2010.
- GUERRERO, M. R. B.; MARQUES DA SILVA PAULA, M.; ZARAGOZA, M. M.; et al. Thermogravimetric study on the pyrolysis kinetics of apple pomace as waste biomass. **International Journal of Hydrogen Energy**, p. 1–9, 2014.
- HAI, F. I.; YAMAMOTO, K.; FUKUSHI, K. Hybrid treatment systems for dye wastewater. **Critical Reviews in Environmental Science and Technology**, v. 37, n. 4, p. 315–377, 2007.
- IGBE, I. B. DE G. E. E. **Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/agric/default.asp?t=2&z=t&o=11&u1=1&u2=1&u3=1&u4=1&u5=1&u6=1>>. Acesso em: 1 set. 2014.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo, 2008.
- KUSIC, H.; LESZCZYNSKA, D.; KOPRIVANAC, N.; PETERNEL, I. Role of quantum dots nanoparticles in the chemical treatment of colored wastewater : Catalysts or additional pollutants. **Journal of Environmental Sciences**, v. 23, n. 9, p. 1479–1485, 2011.
- LORENZI, H.; BACHER, L.; LACERDA, M.; SARTORI, S. **Frutas Brasileiras e exóticas cultivadas (de consumo in natura)**. São Paulo, 2006.
- MOMM, A. N. **Efeito do bagaço de maçã sobre a glicemia, lipidemia, peroxidação de lipídeos e peso corporal em ratos obesos**. 2007. Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa.
- PACIONI, T. R. **Gaseificação de biochars de bagaço de maçã e de borra de café com CO₂: estudo cinético**, 2013. Florianópolis: UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA CENTRO TECNOLÓGICO.
- SHARMA, S. K.; RASHMI, S. **Advances in Water Treatment and Pollution Prevention**. Dordrecht: Springer Netherlands, 2012.
- SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. DE. **Análise de Alimentos Métodos Químicos e Biológicos**. 3. ed. Viçosa: Editora UFV, 2012.
- SUPERINTENDÊNCIA, D. DE P. **Cadeia Produtiva da Maçã no Brasil: Limitações e Potencialidades**. , p. 1–45, 2011.
- TOIVONEN, P.; RODRIGUES, J.; SOUZA, M. I. **Processamento**



mínimo de maçã. In: C. Moretti (Ed.); Manual de Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças. 1. ed., p.527, 2007.

WU, L.; MELTON, L. D.; SANGUANSRI, L.; AUGUSTIN, M. A. The batch adsorption of the epigallocatechin gallate onto apple pomace. **Food chemistry**, v. 160, p. 260–5, 2014. Elsevier Ltd.

YAGUB, M. T.; SEN, T. K.; AFROZE, S.; ANG, H. M. Dye and its removal from aqueous solution by adsorption: a review. **Advances in colloid and interface science**, v. 209, p. 172–84, 2014. Elsevier B.V.

Correspondência:

Sandra Liliana Albornoz Marín

slam1503@hotmail.com, UTFPR Câmpus Pato Branco, Pato Branco, Brasil.

Recebido: 30/07/2014

Aprovado: 07/04/2015

Como citar: MARÍN, Sandra Liliana Albornoz; ROCHA, Raquel Dalla Costa da; LIMA, Vanderlei Aparecido de. Caracterização físico-química de bagaço de maçã para sua posterior utilização como adsorvente. **Syn. Scy. UTFPR**, Pato Branco, v. 10, n. 1, p. 51–58, jan./mar. 2015. ISSN 2316-4689 (Eletrônico). Artigos convidados da SIMTEQ 2014, Pato Branco-PR. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/synscy>>. Acesso em: DD mmm. AAAA.

DOI: “em processo de registro”

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.