

## ANÁLISE DE DBO, DQO E RELAÇÃO DE BIODEGRADABILIDADE DE ÁGUA DE PRIMEIRA LAVAGEM INDUSTRIAL DE BATATA

RENATA CÁSSIA CAMPOS<sup>1</sup>, ERIDIANE DA SILVA MOURA<sup>2</sup>, EDCÁSSIO DIAS ARAÚJO<sup>3</sup>, ALISSON CARRARO BORGES<sup>4</sup>, RILDO ARAÚJO LEITE<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Eng. De Alimentos, Mestranda em engenharia Agrícola DEA-UFV. Laboratório de Propriedades Físicas e Qualidade de Produtos Agrícolas do Centro Nacional de Treinamento e Armazenamento (CENTREINAR), Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil. Tel +55 31 99030935 renata.eal@hotmail.com

<sup>2</sup> Eng. Agrônomo, Doutoranda em Engenharia Agrícola DEA-UFV

<sup>3</sup> Eng. Agrônomo, Mestrando em Engenharia Agrícola DEA-UFV

<sup>4</sup> Eng. Civil, DS., Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Agrícola DEA-UFV

<sup>5</sup> Eng. Agrônomo e Agrícola, Pós-doutorando em Engenharia Agrícola DEA-UFV

Apresentado no  
XLVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2017  
30 de julho a 03 de agosto de 2017 - Maceió - AL, Brasil

**RESUMO:** Entre as atividades agroindustriais que geram considerável quantidade de água residuária está o processamento de batata, uma das solanáceas produzidas no Brasil que possui grande importância econômica. Um aspecto interessante é o de que a água, uma vez contaminada, pode ser tratada e reutilizada. A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) determina a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica biodegradável, sob condições aeróbicas. A Demanda Química de Oxigênio (DQO) determina a quantidade de oxigênio que é consumido por substâncias orgânicas e minerais que são oxidadas em determinado corpo hídrico. A relação de biodegradabilidade (DBO/DQO) é utilizada para definir o processo de tratamento a ser empregado. O objetivo deste trabalho foi medir a DBO<sub>5,20</sub>, DQO e DBO/DQO de água residuária de primeira lavagem de batata. Utilizou-se água de primeira lavagem de batata de uma indústria local. A DBO de 5 dias à 20°C (DBO<sub>5,20</sub>) foi medida por meio de concentrações de oxigênio dissolvido. A metodologia de DQO seguiu *Standard Methods*. Obteve-se: DBO<sub>5,20</sub> de 324,1 mg.L<sup>-1</sup>; DQO de 15354 mg.L<sup>-1</sup>; e DBO/DQO de 0,021. Portanto, verificou-se que a grande parte da matéria orgânica é não biodegradável, favorecendo assim a utilização de tratamentos físico-químicos.

**PALAVRAS-CHAVE:** águas residuárias, batata, caracterização.

### BOD, COD AND BIODEGRADABILITY RELATIONSHIP ANALYSIS IN DIFFERENT CONDITIONS FROM WATER OF FIRST INDUSTRIAL WASHING OF POTATO

**ABSTRACT:** Among agroindustrial activities that generate considerable amount of wastewater is the processing of potatoes, one of the solanaceae produced in Brazil that has great economic importance. An interesting aspect is that the water, once contaminated, can be treated and reused. The Biochemical Oxygen Demand (BOD) is one of the most efficient methods to determine the amount of oxygen required to oxidize biodegradable organic matter under aerobic conditions. The Chemical Oxygen Demand (COD) determines the amount of oxygen that is consumed by organic and mineral substances that are oxidized in a water body. The biodegradability ratio (BOD/COD) is used to define the treatment process to be used. The objective of this work was to measure the BOD<sub>5,20</sub>, COD and BOD/COD of wastewater from the first potato washing. First industrial washing of potato water from a local company was used. The BOD of 5 days at 20 °C (BOD<sub>5,20</sub>) was measured by the concentrations of dissolved

oxygen. The methodology for obtaining COD followed Standard Methods. The results showed: BOD<sub>5,20</sub> of 324.1 mg.L<sup>-1</sup>; COD of 15354 mg.L<sup>-1</sup>; and BOD/COD of 0.021. Therefore, it was verified that the great part of the organic matter is non-biodegradable, favoring the use of physicochemical treatments.

**KEYWORDS:** wastewater, potato, characterization.

## INTRODUÇÃO

A demanda por água potável e conflitos pelos usos múltiplos da mesma, especialmente na região Sudeste do Brasil, vem pressionando a tomada de decisões que envolvam o tratamento de água, esgoto e resíduos, assim como o aproveitamento dos efluentes tratados (BERTONCINI, 2008). A falta de tratamento de esgotos e de efluentes industriais e agroindustriais assim como o desperdício de água na irrigação agrícola contribuem para este cenário de escassez de água. A agroindústria é um dos segmentos mais importantes da economia brasileira, porém produzem consideráveis quantidades de rejeitos sólidos e líquidos durante todo seu processo produtivo (LEUCENA; CHERNICHARO, 2005). A Resolução CONAMA N° 54 (2005) define efluentes líquidos de agroindústrias tratados ou não como água residuária, e o reuso da água como sendo a utilização de águas residuárias.

Entre as atividades agroindustriais que geram considerável quantidade de água residuária está o processamento de batata, uma das solanáceas produzidas no Brasil que possui grande importância econômica. A batata é uma dicotiledônea, pertencente à família *Solanaceae* do gênero *Solanum* e da espécie *Solanum tuberosum*. É uma planta herbácea, apresenta caule dividido em duas partes, tendo a parte aérea altura de 50 – 70 cm com uma haste principal que se desenvolve diretamente do tubérculo e outras secundárias originadas da principal (FORTES; PEREIRA, 2003). Na parte subterrânea do caule encontram-se as reservas de amido, representada pelos tubérculos, os quais constituem os principais órgãos de armazenamento e reprodução vegetativa da planta (FORTES; PEREIRA, 2003). No Brasil essa cultura ocupa uma área de 125 mil ha, com uma produção de 3.492,2 milhões de toneladas. A produtividade média varia de acordo com a região produtora, chegando 31.956 t.ha<sup>-1</sup> em Minas Gerais (SEAPA-MG, 2015).

No processamento de batata, os principais resíduos produzidos são água utilizada na lavagem das batatas, casca ou pele de batata e o óleo utilizado nas frituras. A lavagem é realizada em equipamentos especiais rotativos ou em tanques, onde ocorre a imersão das batatas para a remoção de pedras, argila grossa e de outros sólidos que possam ter vindo do campo. Ainda na lavagem as batatas são descascadas por abrasão com o uso de lixa grossa, do tipo carborundum, onde ocorrem, simultaneamente, o contato com a superfície abrasiva da lixa e a aspersão de jatos de água sob pressão, para a retirada da parte superficial da casca (GOMES *et al.*, 2005). Um aspecto interessante é o de que a água, uma vez contaminada, pode ser tratada e reutilizada. Particularmente para a água residuária do processamento de batata (água de lavagem), pode-se ainda, separar o amido e reaproveitá-lo (GOMES *et al.*, 2005).

De acordo com a destinação, há uma série de parâmetros a serem cumpridos para determinar se a água pode ser útil para determinado fim, dentre eles existe a Demanda Química de Oxigênio (DQO), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e relação de biodegradabilidade (DBO/DQO). A DQO é o parâmetro que reflete grande parte da matéria orgânica presente na matriz e que, portanto, aparece em grande parte das legislações ambientais do mundo (PERALTA ZAMORA *et al.*, 2002). A Demanda Química de Oxigênio (DQO), segundo Zuccari *et al.* (2005), é um parâmetro que determina a quantidade de oxigênio que é consumido por substâncias orgânicas e minerais que são oxidadas em determinado corpo hídrico. Esse determina o quanto um manancial pode estar poluído.

A demanda bioquímica de oxigênio (DBO) é definida como a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica biodegradável, sob condições aeróbicas, ou seja, avalia a quantidade de oxigênio dissolvido (OD) em mg/L-1 de O<sub>2</sub>, que será consumido pelos organismos aeróbios ao degradarem a matéria orgânica (LIMA et al., 2006). Portanto, a DBO, é a variável da qualidade da água que, de certa forma quantifica a poluição orgânica pela depleção do oxigênio, que poderá conferir condição anaeróbica ao sistema aquático (LIMA et al., 2006).

A relação entre a DQO e a DBO indica o grau de biodegradação que a amostra sofre e, assim, sugere o tipo de processo de tratamento adequado para o efluente (BRAILE & CAVALCANTE, 1993).

Baseado no exposto e levando em consideração a importância da caracterização e reuso de águas residuárias agroindustriais, este trabalho tem como finalidade a análise da Demanda Química de Oxigênio (DQO), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e relação de biodegradabilidade (DBO/DQO) da água residuária do processamento de batatas palha, da empresa Palha Leve, localizada no município de Viçosa-MG, pelo método de refluxo aberto com e sem adição de mercúrio.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Foi utilizada água residuária da primeira lavagem de batatas (ARPL) coletada na empresa Palha Leve localizada à Rua Conceição, 970, Bairro Bom Jesus - Viçosa, MG. As batatas utilizadas na empresa são provenientes dos seguintes estados: Espírito Santo-ES e Rio Grande do Sul- RS, de onde chegam com grande quantidade de sujidades das quais a argila compõe elevada parcela.

As análises foram realizadas no Laboratório de Qualidade de Água do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa-MG.

### *Análise de DBO*

Segundo o método de Winkler, foi feita aferição do padrão secundário do Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,025mol L<sup>-1</sup> com iodometria utilizando o padrão primário K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> 0,0042 mol L<sup>-1</sup>.

Depois da amostra aerada foi acrescentada 1,0 mL das soluções de cloreto férrico, cloreto de cálcio, sulfato de magnésio e tampão fosfato com pH 7,2. Agitou-se levemente para evitar formação de bolhas de ar. O mesmo procedimento foi utilizado para preparar a amostra em branco.

A solução de cada balão foi transferida cautelosamente para quatro frascos de DBO para evitar formação de bolhas de ar. Dois frascos de cada amostra foram incubados em câmaras a 20°C por 5 dias, sempre completos com água evitando a entrada de bolhas de ar. O terceiro frasco foi reservado para quantificação imediata, determinando a DBO inicial (0).

Para a preparação da amostra de Água Residuária de Batata (ARPL), foi realizada duas diluições da mesma, nas quais foram utilizados 2 e 5 mL de ARPL diluída em 45 mL de água destilada, gerando assim duas amostras para quantificação da DBO da ARPL (2 mL e 5 mL) e duas amostras em branco (branco 2 e branco 5).

Para quantificação da DBO inicial adicionou-se 2,0 mL de MnSO<sub>4</sub>, tampando o frasco e agitando-se em seguida. Posteriormente foi acrescentado 2,0 mL de alcalina de iodeto e azida aos mesmos frascos, os frascos foram tampados e agitados em seguida. Os frascos foram mantidos em repouso até a sedimentação do precipitado. Em seguida os frascos foram novamente agitados para assegurar a conversão, e após a sedimentação do precipitado, inseriu-se 2,0 mL de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado cuidadosamente, deixando escorrer pelas paredes do

frasco para impedir que o mesmo fosse aplicado diretamente na solução, em seguida os frascos foram tampados rapidamente para evitar perda da solução.

Após o procedimento, a solução adquire uma coloração amarelada devido a presença do iodo (Figura 1). A quantidade deste é determinada pela titulação com solução padrão  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ .



Figura 1. Frascos com amostras após a adição dos reagentes.

50 mL da solução foram transferidos para um Erlenmeyer, onde foram adicionadas 6 gotas de indicador de amido a 1%, em seguida foi feita a titulação com solução padrão de  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$   $0,00625\text{mol L}^{-1}$ , para a determinação do  $\text{O}_2$  dissolvido. O volume de  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  utilizado na titulação corresponde a quantidade de oxigênio dissolvido na amostra. Após cinco dias o procedimento foi repetido para determinação da DBO da ARB. A DBO (de 5 dias a  $20^\circ\text{C}$ ) será a diferença entre as concentrações de oxigênio dissolvido inicial e final. Para se determinar a quantidade de DBO consumida durante esse período, utilizou-se as equações conforme APHA (2001), em que:

$$OD = \frac{(Vt \times N \times f \times 8000)}{Vam} \quad (\text{Equação 1})$$

em que:

Vt = Volume de tiosulfato de sódio, mL;

N= Normalidade do tiosulfato, N;

f= Fator de correção do tiosulfato;

Vam= Volume de amostra, mL.

Para a  $\text{DBO}_5$ , utilizou-se a seguinte equação:

$$\text{DBO}_5 = \frac{(\text{OD}_0 - \text{OD}_5)}{P} \quad (\text{Equação 2})$$

em que:

$\text{OD}_0$  = Concentração de oxigênio dissolvido na amostra diluída, após o imediato preparo;

$\text{OD}_5$  = Concentração de oxigênio dissolvido na amostra diluída, após cinco dias de incubação;

P= Fração decimal volumétrica da amostra usada (volume da amostra/ volume do frasco).

### *Análise de DQO: Método de refluxo aberto*

Utilizou-se a amostra diluída da água residuária de batata na proporção 1:10. Acrescentou-se em cada balão 0,40 g de mercúrio fosfato, 10 mL de dicromato, 30 mL de ácido sulfúrico. Nos balões que se analisou a amostra diluída, colocou-se 10 mL e 5 mL da amostra diluída 1:10, as quais foram completadas com água destilada até chegar a 20 mL. Foram feitas duas repetições para cada balão com as diferentes quantidades de amostra (4 balões, 2 com 5 mL e dois com 10 mL de amostra diluída), sendo que cada amostra teve uma repetição com adição de mercúrio e outra sem adição de mercúrio (Figura 2). No branco adotou-se o mesmo procedimento, e no lugar da amostra, se acrescentou 20 mL de água destilada. Este procedimento foi realizado uma vez que não existe dados na literatura referentes à água residuária de lavagem de batata.



Figura 2. Balões com amostras de Água Residuária de Batata para análise de DQO com e sem adição de mercúrio.

O balão de fundo chato foi encaixado no condensador e o sistema de resfriamento à água ligado. Em seguida o sistema de aquecimento foi ligado. Deixou-se por 2h, depois que a solução começou a ferver, até desligar o aquecimento e aguardar o esfriamento das amostras à temperatura ambiente (Figura 3).



Figura 3. Balões com amostras no conjunto de aquecimento.

Depois que as amostras esfriaram, foram desconectadas do condensador, e adicionou-se cinco gotas de solução indicadora de ferroína e titulou-se com solução de sulfato ferroso amoniacal 0,25 N até que o ponto de viragem fosse detectado, ou seja, a solução possuía cor amarelada que depois passava para marrom-avermelhada.

A equação utilizada para determinação da DQO foi:

$$DQO = \frac{(A-B) \cdot C \cdot 8000}{V} \quad (\text{Equação 3})$$

Sendo:

- A: sulfato ferroso gasto no branco;
- B: sulfato ferroso gasto na amostra;
- C: normalidade;
- V: volume da amostra (mL).

### **Relação de biodegradabilidade**

Corresponde à razão entre DBO e DQO.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A Tabela 1 a seguir apresenta os resultados de DQO referentes à água residuária de lavagem de batata na presença e ausência de mercúrio (proveniente do sulfato de mercúrio).

Tabela 1. Avaliação da ausência de mercúrio (sulfato de mercúrio) para análise de DQO da água de batata de primeira lavagem, Viçosa-MG, 2016.

<b>Tratamentos</b>	<b>DQO (mg/L)</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio padrão</b>	<b>Variação (%)</b>
Sem mercúrio	15444	15399	45	0,59
Com mercúrio*	15354			

\*Metodologia padrão, recomendado por APHA.

Na Tabela 1 verifica-se que a o tratamento com e sem mercúrio apresentam valores próximos, variando em apenas 0,59%, ou seja, é um indicativo que a amostra avaliada apresenta baixa concentração de potássio ou ausência, recomendando assim o não uso de mercúrio para análise de DQO desta água residuária, sendo vantajoso do ponto de vista econômico e ambiental.

Além disso, de acordo com *Standard Methods*, o sulfato de prata, utilizado como catalisador, pode reagir com cloretos, brometos, e iodetos produzindo precipitados diminuindo a sua ação catalítica. Para evitar a interferência principalmente de cloretos utiliza-se sulfato de mercúrio. Uma vez que os resultados referentes à presença e ausência deste reagente mostraram pouca variação, pode-se inferir que a amostra possuía uma baixa concentração de cloretos.

Na Tabela 2 é possível verificar a biodegradabilidade da água de batata de primeira lavagem.

Tabela 2. Relação de biodegradabilidade da água de batata de primeira lavagem, Viçosa-MG, 2016.

<b>Parâmetros</b>	<b>mg/L</b>	<b>DBO/DQO</b>	<b>DQO/DBO*</b>
DBO <sub>5,20</sub>	324,1	0,021	47,37
DQO	15354		

\*Relação recomendada por Von Sperling (2005), quanto mais próximo de 1 maior a biodegradabilidade do efluente.

Como pode ser observada na Tabela 2, a relação de biodegradabilidade de água de primeira lavagem de batata apresentou um valor muito baixo de 0,021 (mais próximo de 0 do que de 1). Segundo Macedo (2001), por meio da relação DBO/DQO é possível definir o

processo de tratamento a ser utilizado. Pois a relação DBO/DQO está relacionada com a biodegradabilidade do despejo, sendo que quanto mais próximo de 1 estiver esta relação, maior será a biodegradabilidade do despejo pela ação de microrganismos (tratamento biológico), uma vez que a DBO<sub>5,20</sub> representa a matéria orgânica biodegradável e a DQO a matéria orgânica biodegradável e inerte. Portanto, quando a relação é 1, isto indica que não há material inerte a ação dos microrganismos, tendo assim:

- a) Relação DBO/DQO > 0,6: Tratamento por processo biológico;
- b) Relação  $0,2 < \text{DBO/DQO} < 0,6$ : Tratamento biológico possível (mas há necessidade de mais testes comprobatórios);
- c) Relação DBO/DQO < 0,2: Tratamento biológico muito difícil, favorecendo a utilização de tratamento físico-químico.

Dessa forma, como o valor encontrado foi inferior a 0,2 (0,021), e dada a natureza do resíduo (água de primeira lavagem de batata), pressupõe-se que houve um predomínio da matéria orgânica inerte, sugerindo que essa água residuária apresenta grande quantidade de argila e outros minerais e que o tratamento biológico não é o mais recomendado.

Dessa forma, entende-se que uma possível série de tratamentos indicados para este tipo de água residuária seria: tratamento preliminar (físico), seguido de tratamento químico para formação de flóculos, facilitando a remoção deste material inerte.

Ainda, é válido ressaltar que a relação de DBO/DQO do esgoto sanitário é em torno de 0,5 (VON SPERLING, 2005), sendo o mesmo, referência de boa biodegradabilidade (próximo de 1). E comparando-se esse valor ao encontrado para água residuária de batata, verifica-se que esta água apresenta grau de biodegradabilidade muito inferior quando comparada ao esgoto sanitário.

## CONCLUSÕES

DQO é um parâmetro que pode ser utilizado para monitoramento de processos, uma vez que quando comparado à DBO (que demora dias para se obter um resultado viável), apresenta menor tempo de realização de teste (cerca de 3 horas).

A DQO encontrada para água residuária de primeira lavagem de batata foi de 14652mg/L, e por meio da relação de biodegradabilidade (DBO/DQO) que foi de 0,021 (menor que 0,2), verificou-se que a grande parte da matéria orgânica contida nesta água residuária é de natureza não biodegradável, favorecendo assim a utilização de tratamentos físico-químicos.

## REFERÊNCIAS

APHA - American Public Health Association. Standard methods for the examination of water and wastewater. 19. ed. Washington, 2001.

BERTONCIN, E. I. Tratamento de Efluentes e Reúso da Água no meio Agrícola. **Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária**, p. 152-169, 2008.

BRAILE, P.M.; CAVALCANTI, J.E.W.A. Manual de tratamento de águas residuárias industriais. São Paulo: CETESB, 764 p. 1993.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - RESOLUÇÃO Nº. 54, de 28 de novembro de 2005. Estabelece critérios gerais para reuso de água potável. Publicada no DOU em 09/03/06.

FORTES, G. R. L.; PEREIRA, J. E. S. Classificação e descrição botânica. In: O cultivo da batata na região sul do Brasil. EMBRAPA. Informação tecnológica. Brasília, Distrito Federal, 2003.

GOMES, C.A.O.; JUNIOR, M.F.; ALVARENGA, A.L.B.; MACHADO, R.L.P. Batata Frita. EMBRAPA. Informação tecnológica. Brasília, Distrito Federal, 2005.

LEUCENA, M.V.; CHERNICHARO, C.A.L. Avaliação experimental da compostagem de RSU submetidos a etapa prévia de tratamento anaeróbio. **23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária**. Anais. Campo Grande, Mato Grosso, p.09, 2005.

LIMA, S. L.; IZARIO FILHO, H. J.; CHAVES, F. J. M. Determinação de demanda bioquímica de oxigênio para teores  $\leq 5$  MG. L-1O2. Revista Analytica, p.52-57, n.25, 2006.

PERALTA-ZAMORA, P.; TIBURTIUS, E. R. L; MORAES, S. G; DURÁN, N. Degradação enzimática de corantes têxteis. Química Têxtil. v. 68, p. 32-38, 2002.

SEAPA- SECRETARIA DE ESTADO DE AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO DE MINAS GERAIS, SUBSECRETARIA DO AGRONEGÓCIO. Batata. Disponível em [www.agricultura.mg.gov.br](http://www.agricultura.mg.gov.br). Acesso em 18 de março de 2016.

VON SPERLING, M. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. Vol. 1. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. DESA - UFMG. 3ª ed. 456 p. 2005.

ZUCCARI, M. L.; GRANER, C. A. F.; LEOPOLDO, P. R. Determinação da demanda química de oxigênio (DQO) em águas e efluentes por método colorimétrico alternativo. Engenharia Agrícola, v. 20, n. 04, p. 69-82, 2005.