

## PARÂMETROS QUÍMICOS INORGÂNICOS DE RESÍDUO SÓLIDO GERADO NO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE CERVEJA

**Ananda Helena Nunes Cunha\***

Unidade Universitária de Ciências Exatas e Tecnológica, Universidade Estadual de Goiás, Brasil. Engenheira Agrônoma, Mestra em Engenharia Agrícola. Professora do Curso de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Goiás. Atua nas áreas de reúso de água, saneamento ambiental e construções civis.

**Iara Nunes Cunha, Thiago Bernardes Cortez, Jonas Alves Vieira.**

\*analena23@gmail.com

### RESUMO

Este trabalho teve como objetivo analisar a composição química inorgânica de um resíduo sólido de terra infusória, gerado no processo de fabricação de cerveja, possíveis riscos ao meio ambiente e visando sua reutilização para diversos fins agrícolas. Os resultados pH, condutividade elétrica (CE), cloreto, ferro total, sódio e potássio obtidos foram comparados com limites máximos permitidos (LMP), conforme a Associação Brasileira de Normas Técnicas para Resíduos Sólidos. Os resultados obtidos foram satisfatórios para as análises efetuadas, sendo que a composição química inorgânica, identificada e quantificada na amostra de resíduo de terra infusória, não é considerada prejudicial ao meio ambiente.

**PALAVRAS-CHAVE:** Resíduo de terra infusória, Composição química, Meio ambiente.

### INTRODUÇÃO

Os sólidos destacam-se entre os resíduos que mais causam problemas ambientais, devido a grande quantidade dos mesmos ocupando muito espaço nos aterros sanitários, lixões, ruas, entre outros, podendo gerar problemas de saúde, em função da sua composição química, bem como diferentes degradações ambientais referentes ao seu descarte final (BRANDÃO, 2007).

A partir da classificação estipulada pela norma (ABNT, 2004), que é uma ferramenta imprescindível para o gerenciamento de resíduos, o gerador de resíduo pode facilmente identificar o potencial de risco do mesmo, bem como, disponibilizar alternativas para sua destinação final e/ou reciclagem. A mesma é aplicada por instituições e órgãos fiscalizadores, a qual classifica os resíduos em três classes distintas: Perigosos; Não inertes e Inertes.

As alternativas empregadas objetivando minimizar os problemas ambientais fundamentam-se na reutilização, redução ou reciclagem dos resíduos. Melhorando assim, a imagem das empresas que investem nessas práticas, o que pode gerar interesses econômicos atraentes. É importante destacar a obrigatoriedade por parte das empresas em relação à destinação final dos resíduos gerados, podendo sofrer enquadramento jurídico pelos órgãos fiscalizadores (RIBEIRO, 2010). A adequação segundo práticas ambientalmente reconhecidas reduzem os riscos das empresas de serem qualificadas como poluidoras do meio ambiente, que constitui assim crimes ambientais.

O setor cervejeiro brasileiro é um oligopólio diferenciado dominado por um número reduzido de grandes empresas. Sendo que nessas empresas, a questão social e ambientalmente responsável, passa por algumas esferas a serem consideradas (BORGES; SOUZA NETO, 2009).

A cerveja é obtida pela fermentação da cevada, que consiste na conversão em álcool dos açúcares presentes nos grãos de cevada. A fermentação é a principal etapa do processo cervejeiro e sua efetividade depende de várias operações, incluindo o preparo das matérias-primas. Após a fermentação são realizadas etapas de tratamento da cerveja para conferir as características organolépticas desejadas no produto final (CETESB, 2005).

A terra infusória (Figura 1), terra de infusórios é uma forma de sílica que se apresenta em esqueletos com cerca de 10 microns de diâmetro (NORTON, 1973). A sílica está amorfa, tendo sido formada

pelo acúmulo de algas fossilizadas (diatomáceas). Pela sua forma estrutural, a terra infusória se constitui num excelente material de filtragem. Na fábrica de cerveja, após ser usada como material filtrante, pode se tornar um resíduo com alto teor de substâncias químicas, podendo conter alguma substância prejudicial ao meio ambiente, como sódio.



Figura 1 – terra infusória. Fonte: autor do trabalho.

O objetivo do presente trabalho foi analisar a composição química inorgânica do resíduo sólido denominado de terra infusória, empregado no processo de fabricação de cerveja, visando um gerenciamento adequado do mesmo, como reciclagem ou reutilização para outros fins.

## **METODOLOGIA**

As amostras de terra infusória foram obtidas em Anápolis, Goiás, de indústria cervejeira local e foram coletadas aleatoriamente para amostragem do resíduo que se encontra em depósito coberto. A coleta foi feita em setembro de 2011 e após a mesma as amostras foram acondicionadas em garrafas de vidro próprias para conservar a amostra.

As soluções da amostra do resíduo de terra infusória foram preparadas de acordo com o procedimento requerido para a determinação de cada elemento químico, conforme a metodologia descrita em A.P.H.A. (1999) e foram realizados no Laboratório de Química Inorgânica da Unidade Universitária de Ciências Exatas e Tecnológicas – UnUCET (UEG).

Foram feitas análise qualitativa, realizando-se uma marcha analítica para a identificação de cátions e de ânions inorgânicos constituintes do resíduo e análise quantitativa, conforme descrito no método EPA 3050 B, para abertura da amostra de resíduo sólido (FALCÃO, 2005). As análises realizadas foram: pH, Condutividade elétrica (CE), cloreto, ferro total, sódio e potássio. Foram feitas três repetições para obtenção da média das análises realizadas.

## **RESULTADOS OBTIDOS**

Na análise qualitativa foi constatada a presença de cloreto, ferro, sódio e potássio. Os resultados da análise quantitativa dos constituintes inorgânicos da amostra de resíduo de terra infusória, bem como as comparações com os respectivos valores de referência, encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1 – Valores do resíduo de terra infusória obtidos em laboratório e valores de referências máximos permitidos (V.M.P) conforme a NBR 10.004 (ABNT, 2004).

ATRIBUTOS	RESULTADOS*	V.M.P.	UNIDADES
pH a 25 °C	6,48**	6,00 – 9,50	-
CE a 25°C	1056,00	SR	$\mu\text{S cm}^{-1}$
Cloreto	69,00**	250,00	$\text{mg L}^{-1}$ Cl
Ferro total	0,12**	0,30	$\text{mg L}^{-1}$ Fe
Sódio	43,10**	200,00	$\text{mg L}^{-1}$ Na
Potássio	17,40	SR	$\text{mg L}^{-1}$ K

\* Resultados obtidos de três repetições. \*\* Valores abaixo dos permitidos pela ABNT (2004). SR: sem restrição na legislação.

O pH encontrado no presente estudo (6,48) é considerado aceitável pela norma ABNT (2004), uma vez que trata-se de um parâmetro importante nos efluentes industriais e para manutenção da qualidade dos cursos de água. A acidez interfere diretamente na forma como os vários elementos químicos, essenciais ao desenvolvimento vegetal, encontram-se disponíveis favorecendo ou impedindo a sua liberação para plantas (FALCÃO, 2005). A amostra analisada não apresenta índices de acidez que possa prejudicar os organismos vivos.

A condutividade elétrica determinada foi de  $1056,00 \mu\text{S cm}^{-1}$  e dependendo da reutilização (LUDWIG et al., 2008) devem ser observados outros parâmetros como o pH para resultado satisfatório. A condutividade elétrica depende da quantidade de sais dissolvidos na água e é aproximadamente proporcional a sua quantidade nas amostras. Sua determinação permite obter uma estimativa rápida do conteúdo de sólidos de uma amostra.

Na amostra em análise o mesmo foi determinado por titulometria, empregando-se o método de Mohr. Conforme descrito na Tabela 1, a concentração de cloreto foi bem inferior ao V.M.P. pela NBR 10.004 (ABNT, 2004), portanto, se enquadrando nos limites de tolerância. Íons cloreto podem ser encontrados em águas provenientes de depósitos minerais e de fontes poluídas, tais como esgotos e resíduos industriais. Altas concentrações de cloretos impedem o uso da água para a agricultura e exigem tratamento adequado para usos industriais, bem como causam danos a estruturas metálicas (corrosão) (PEREIRA, 2004).

O ferro total encontrado no estudo está dentro do padrão de lançamento de efluentes permitido (BRASIL, 2005). Caso o ferro fosse classificado como corpos hídricos classe 2, o valor máximo seria de  $0,3 \text{ mg L}^{-1}$ . Em ambas classificações possibilitaria uma reutilização deste resíduo em relação à concentração de ferro encontrada, não causando maiores prejuízos ambientais.

O substrato pode apresentar de  $0,06$  a  $0,72 \text{ mg L}^{-1}$  de ferro solúvel no extrato em água (FURLANI, et al., 1999). O que nos permite observar que, se o resíduo em questão fosse utilizado como substrato, para o parâmetro em questão, estaria dentro dos valores permitidos, conforme descritos na literatura (FURLANI, et al., 1999 e ABNT, 2004).

Entretanto no caso da reutilização deste resíduo, deve-se atentar para a concentração máxima de sódio, uma vez que este pode interferir na disponibilidade do cálcio e do magnésio para as plantas, causando deficiência dos mesmos. O valor de sódio apresentado no estudo se enquadra nos valores permitidos para reúso agrícola apresentado por CONERH (2010), que deve ser de até  $70 \text{ mg L}^{-1}$ .

Quanto ao potássio, por se tratar de um macro nutriente indispensável às plantas em geral (MALAVOLTA, 2006), deve ser observado o teor existente no resíduo com finalidade de

reutilização como insumo na forma de substrato. Se necessário, fazer a complementação adequando à quantidade requerida para cada cultura.

### CONCLUSÕES/RECOMENDAÇÕES

Os resultados obtidos foram satisfatórios para as análises efetuadas, sendo que a composição química inorgânica, identificada e quantificada na amostra de resíduo de terra infusória, não é considerada prejudicial ao meio ambiente e pode ser reutilizada para diversos fins agrícolas.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA; A.W.W.A.; W.P.C.F. **Standard methods for examination of water and wastewater**. 20. Ed. Washington D.C. USA, American Public Health Association, 1999.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Classificação de resíduos, NBR 10.004**. Rio de Janeiro, 2004.
3. BORGES, M. S.; SOUZA NETO, S. P. **Meio ambiente x indústria de cerveja: um estudo de caso sobre práticas ambientais responsáveis**, 2009.
4. BRANDÃO, Júlia Kashiwagura, **Diagnóstico dos resíduos sólidos recicláveis no município de Rosana/SP**, Rosana/SP, 2007.
5. BRASIL. Resolução Conselho Nacional do Meio Ambiente nº 357, de 17 de março de 2005 - Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e da outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília – DF, março de 2005.
6. CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Cervejas e refrigerantes**/Mateus Sales dos Santos e Flávio de Miranda Ribeiro. São Paulo 2005.
7. CONERH. Resolução Conselho Estadual de Recursos Hídricos nº 75, de 29 de julho de 2010 – Estabelece procedimentos para disciplinar a prática de reúso direto não potável de água na modalidade agrícola e/ou florestal. **Diário Oficial**. Salvador – BA, Sábado e Domingo 31 de julho e 1º de agosto de 2010. Ano · XCIV · Nºs 20.331 e 20.332.
8. FALCÃO, Audrey de Arruda. **Análise química de resíduos sólidos para estudos agroambientais**. Dissertação de mestrado. Campinas, 2005.
9. FURLANI, A. M. C. FURLANI; P. R.; ABREU, M. F.; ABREU, C. A. Caracterização química de substratos e o desenvolvimento de mudas de tomateiro. 1º Encontro Nacional sobre substratos para plantas (ENSub), Porto Alegre, 22-24 de julho de 1999. **Anais...** 265-270.
10. LUDWIG, F.; FERNANDES, D. M.; SANCHES, L. V. C.; VILLAS BÔAS, R. L. **Caracterização química de substratos formulados com casca de pinus e terra vermelha**. In: VI Encontro Nacional sobre substratos para plantas. Materiais regionais como substrato. Fortaleza, 9 a 12 de setembro de 2008.
11. MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 630 p.
12. NORTON, Frederick Harwood – **Introdução a tecnologia cerâmica**: tradutor, Jefferson Vieira de Souza. São Paulo, ed. Edgar Blucher, ed. da USP. 1973, 324 pag. il.
13. PEREIRA, R. S. Identificação e caracterização das fontes de poluição em sistemas hídricos. **Revista eletrônica de Recursos Hídricos**. IPH-UFRGS. v. 1, n. 1. p. 20-36. 2004. <http://www.abrh.org.br/informacoes/rerh.pdf>.
14. RIBEIRO, Alcídio Pinheiro. **Avaliação do uso de resíduos sólidos inorgânicos da produção de celulose em materiais cerâmicos**. São Paulo, 2010.