



# HIDRÓLISE ÁCIDA COM SORGO GRANÍFERO

W. A. DIAS<sup>1</sup>, L. F. MILANI<sup>1</sup>, L. C. FERREIRA<sup>1</sup> e U. C. FILHO<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade de Engenharia Química  
E-mail para contato: warlendias962@gmail.com, laurafmilani@gmail.com,  
laysecaixetaeq@gmail.com, ucfilho@gmail.com

**RESUMO** – O cultivo de sorgo tornou-se uma atividade amplamente praticada no Brasil, mais notadamente na região Nordeste, por meio dos escravos africanos que trabalhavam na atividade açucareira (Ribas, 2003). No presente, essa prática concretizou-se como uma importante alternativa no mercado de energia renovável por intermédio da produção de etanol a partir desse grão, devido ao seu alto potencial energético. Embora no Brasil a produção de etanol seja predominantemente por meio da sacarose (Rodríguez-Zúñiga *et al.*, 2011), a produção a partir do amido tem-se tornado atraente para as usinas produtoras de etanol, isso porque o sorgo cresce durante o período de entressafra da cana de açúcar. Dessa forma, para obter o etanol a partir do sorgo, a hidrólise é uma etapa que se destaca pela quebra do amido em glicose e outros açúcares redutores. Sendo assim, este estudo buscou avaliar o processo de hidrólise ácida empregando três tipos de ácidos: HCl (ácido clorídrico), H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (ácido sulfúrico) e H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> (ácido fosfórico), nas concentrações de 0,5%, 1% e 2%. A melhor condição de hidrólise ácida do sorgo foi obtida no tempo de 25 min e concentração de 1% de HCl, obtendo-se no meio hidrolisado 14,94 g/L de glicose.

## 1. INTRODUÇÃO

A busca por fontes renováveis de energia que reduzem os impactos no ambiente tem-se tornado cada vez mais necessária. Por essa razão, a produção de bioetanol no Brasil destacou-se por utilizar a cana-de-açúcar como principal fonte para a geração do biocombustível (Masson *et al.*, 2013). Entretanto, no período de entressafra da cana-de-açúcar (dezembro a março), o valor do etanol torna-se mais oneroso, uma vez que, as usinas ficam paradas para a manutenção das plantas industriais. É nesse contexto que surge biomassas alternativas como sorgo. Esse composto é rico em amido e possui baixo custo de produção que se expandiu no século passado em várias regiões do mundo.

O sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench) é uma planta originária da África introduzido no Brasil pelo Nordeste, por meio dos escravos africanos que trabalhavam na atividade açucareira (Ribas, 2003). Atualmente é o quinto cereal mais plantado no mundo, atrás do trigo, arroz, milho e da cevada (May *et al.*, 2011).

Popularmente integrado na ração animal, o sorgo passou a ser visto como potencial aliado da cana-de-açúcar. É sabido que perduram-se cerca de 110 dias (safrinha), desde seu plantio até a colheita, podendo então ser cultivado nos períodos de entressafra da cana, promovendo uma continuidade no trabalho da usina, até mesmo porque os maquinários



utilizados são semelhantes, necessitando-se apenas de poucas modificações (Landau *et al.*, 2015).

Existem basicamente quatro variedades de sorgo: granífero, forrageiro, sacarino e vassoura. No presente trabalho foi utilizado o sorgo granífero que possui como algumas características: resistência ao estresse hídrico; porte baixo (colheita com maquinários tradicionais); grãos pesados e tolerantes a deterioração; secagem rápida, entre outros.

Na obtenção do etanol a partir do sorgo, tem-se uma importante etapa: a hidrólise, que pode ser ácida ou enzimática. A hidrólise ácida é uma reação química em meio aquoso (diluído ou concentrado), onde a água liberará seu cátion ( $H^+$ ) e seu ânion ( $OH^-$ ). Seus íons, então, se associarão ao ácido em questão presente na solução formando assim os produtos desejados (Hijazin *et al.*, 2010). A hidrólise proporcionará que os diferentes tipos de açúcares presentes na solução sejam liberados para posterior fermentação alcoólica.

Dessa forma, o presente trabalho buscou avaliar o processo de hidrólise ácida empregando três tipos de ácidos para a análise de melhor rendimento e qualidade: HCl (ácido clorídrico),  $H_2SO_4$  (ácido sulfúrico) e  $H_3PO_4$  (ácido fosfórico), nas concentrações de 0,5%, 1% e 2%.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Neste trabalho, o sorgo granífero estudado foi fornecido pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e todos os ensaios foram realizados nos laboratórios do Núcleo de Processos Biotecnológicos (NUCBIO) da Faculdade de Engenharia Química (FEQUI), da Universidade Federal de Uberlândia (UFU). A hidrólise ácida foi realizada com o intuito de obter açúcares orgânicos por meio do rompimento das moléculas do sorgo através do fornecimento de íons  $H_3O^+$  (hidroxônio) como cátions, em solução aquosa (Politi, 1982). Os ácidos utilizados nessa reação hidrolítica foram o ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ), o ácido clorídrico (HCl) e o ácido fosfórico ( $H_3PO_4$ ) em diferentes concentrações (0,5%, 1% e 2%).

Inicialmente, foi efetuado o preparo da solução ácida e, na sequência, a mesma foi adicionada em um *erlenmeyer* de 250mL juntamente com 3g de sorgo. Após a autoclavagem a 120°C, a solução foi neutralizada por  $CaCO_3$  até atingir o pH próximo de 4,5 e, em seguida, centrifugada a 7000 rpm por 20 minutos para remover a parte sólida. A autoclavagem foi realizada em duas condições considerando tempos diferentes, sendo 50 minutos e 25 minutos.

Após a hidrólise, as amostras foram centrifugadas e filtradas. Na sequência, foram retiradas alíquotas para a quantificação dos açúcares: sacarose e glicose. A análise foi realizada por HPLC, marca *Shimadzu* modelo LC-20A *Prominence*, coluna SUPELCOGEL C-610H.

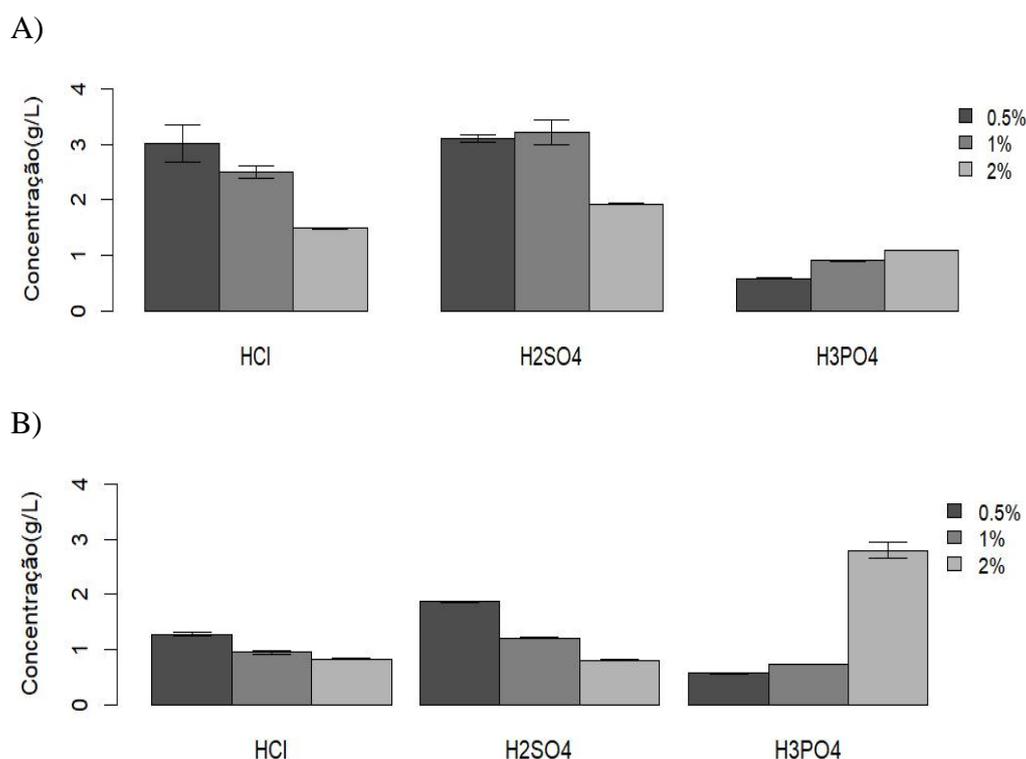
## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise realizada no HPLC foi possível identificar os açúcares redutores gerados pela hidrólise ácida: sacarose e glicose. Segundo Gomes (2011), o sorgo sacarino possui maior teor de açúcares redutores em comparação com caldo de cana, sendo que os principais açúcares livres no caldo de sorgo sacarino são: glicose, sacarose e frutose, compatíveis com

os encontrados no presente estudo. Os dados da concentração de sacarose nos tempos de 25 e 50 minutos, respectivamente, encontram-se na Figura 1.

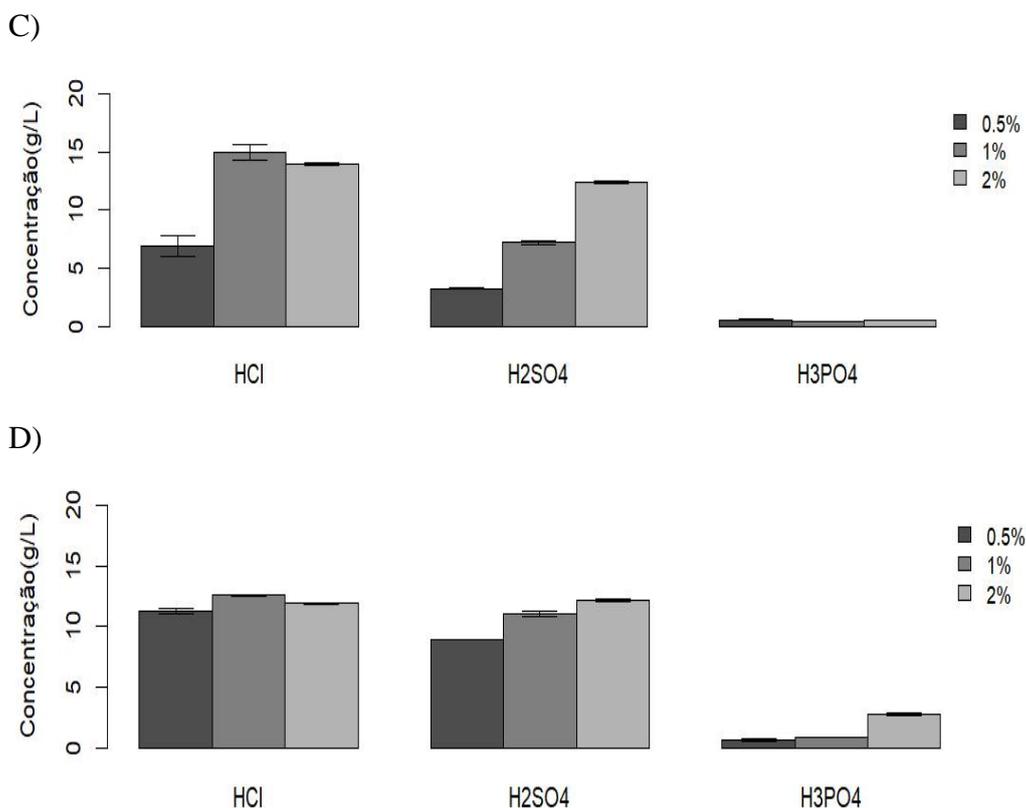
Analisando os dados da Figura 1 foi possível observar que 3,21 g/L de sacarose foi obtida na condição de ácido sulfúrico 1% em 25 minutos de hidrólise. Este valor é menor quando comparado ao produzido pelos sorgos sacarinos que possuem uma grande quantidade de sacarose. No entanto, o ácido sulfúrico apresentou resultados satisfatórios no tempo de 50 minutos de hidrólise, sendo produzidos 1,87 g/L de sacarose e 12,21 g/L de glicose nas condições de 1% e 2%, respectivamente. Observa-se que utilizando esse ácido, um tempo maior é necessário para que as moléculas sejam quebradas durante sua hidrólise.

Figura 1 – Gráfico de concentração de sacarose no tempo de 25 (A) e 50 (B) minutos



Na Figura 2 estão dispostos os dados de concentração de glicose em ambos os tempos estudados. Diferentemente dos ácidos sulfúrico e fosfórico, o ácido clorídrico apresentou uma concentração maior nas condições avaliadas devido a força maior do ácido em quebrar as moléculas em açúcares redutores. Assim, foi observado que a maior concentração de glicose ocorreu na condição de ácido clorídrico 1% em 25 minutos de hidrólise, com o valor de 14,94 g/L.

Figura 2 – Gráfico de concentração de glicose no tempo de 25 (C) e 50 (D) minutos



De acordo com Montes (2017), durante o processo de fermentação alcoólica o melhor microrganismo para tal etapa é a levedura *Sacharomyces cerevisiae*. Isso porque essa levedura apresenta melhores desempenhos em relação à produtividade e tolerância alcóolica, além de ser responsável por converter glicose em etanol. Sendo assim, visando um melhor rendimento na etapa fermentativa da produção de etanol deve-se optar pelo ácido que resulta a maior concentração de glicose no processo de hidrólise. Nesse caso, o ácido clorídrico 1% no tempo de 25 minutos foi destacado com a maior concentração de glicose, o que trata-se de uma alternativa viável pois, além de ser mais barato, o ácido clorídrico possui menor poder oxidante/corrosivo em relação ao ácido sulfúrico (Pediaa, 2019).

#### 4. CONCLUSÃO

Verificou-se que dentre os ácidos estudados (ácido clorídrico, ácido sulfúrico, ácido fosfórico), foram obtidos resultados satisfatórios para o ácido clorídrico, que apresentou maiores concentrações de sacarose e glicose no tempo de 25 minutos de hidrólise, o que trata-se de uma alternativa viável para a hidrólise ácida uma vez que o ácido clorídrico possui poder oxidante/corrosivo menor que o ácido sulfúrico. Pode-se concluir também que o tempo de 25 minutos foi melhor que o tempo de 50 minutos, obtendo-se 3,21 g/L de sacarose e 14,5 g/L de glicose.



## 5. REFERÊNCIAS

- GOMES, A.; RODRIGUES, D.; OLIVEIRA, P., Sorgo sacarino: tecnologia agrônômica e industrial para alimentos e energia. Revista de Agroenergia, v. 3, p. 26, 2011.
- HIJAZIN, C. A. H.; SIMÕES, A. T.; SILVEIRA, D. R. Hidrólise ácida, alcalina e enzimática, 2010
- LANDAU, E. C.; NETTO, D. A. M. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 125: Expansão Potencial da Produção de Sorgo Granífero no Brasil no Sistema de Rotação com Soja Considerando o Zoneamento de Risco Climático, 2015/16.
- MASSON, I. S.; MUTTON, M. J. R. Produção de bioetanol a partir da fermentação de caldo de sorgo sacarino e cana de açúcar, 2013.
- MAY, A.; MAGALHÃES, P.C.; ABREU, M.C.; PARRELLA, N.N.L.D.; CAMPANHA, M.M.; SILVA, A.F.; SCHAFFERT, R.E.; PARRELLA, R.A. da C. Fito-hormônios no desenvolvimento vegetativo e germinação das sementes de sorgo sacarino. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.12, n.1, p.33-43, 2013.
- MONTES, A. C. R. Avaliação do processo de obtenção de etanol de 2ª geração utilizando bagaço de cana. Monografia de graduação, p. 25. 2017.
- PEDIAA. "Difference Between Hydrochloric Acid and Sulfuric Acid". Disponível em:< <https://pediia.com/difference-between-hydrochloric-acid-and-sulfuric-acid/> >. Acessado em 4 de maio de 2019.
- POLITI, Elie. Química. 3. edição São Paulo: Moderna, 1982.
- RIBAS, P. M. Sorgo: introdução e importância. Embrapa Milho e Sorgo, Documentos 26, 16p, 2003.
- RODRÍGUEZ-ZÚÑIGA, U. F.; FARINAS, C. S; NETO, V. B.; COURI, S.; CRESTANA, S. Produção de celulases por *Aspergillus niger* por fermentação em estado sólido, 2011.