

**UTILIZAÇÃO DA POLPA DE CAFÉ PARA PRODUÇÃO DE ETANOL**

EVANDRO GALVÃO TAVARES MENEZES<sup>1</sup>, JOSÉ GUILHERME LEMBI FERREIRA ALVES<sup>2</sup>,  
FABIANA QUEIROZ FERRUA<sup>3</sup>, ISABELA COSTA GUIMARÃES<sup>4</sup>, GERSON REGINALDO  
MARQUES<sup>5</sup>

**RESUMO**

Com o esgotamento e os altos valores dos combustíveis fósseis juntamente com os avanços da biotecnologia, especialmente na produção de etanol, oportunidades para a utilização econômica de resíduos agroindustriais são geradas. Esse trabalho teve como objetivo principal utilizar os resíduos gerados no processamento úmido do café na fermentação alcoólica para a produção de etanol. O resíduo foi adicionado ao caldo de cana-de-açúcar e a fermentação foi conduzida em erlenmeyers a 28°C por 48 horas. Foram realizadas análises de pH, sólidos solúveis totais, açúcares redutores totais e teor alcoólico. Comparando os resultados das análises do tratamento que utilizava o resíduo do café (tratamento 1) com as análise do tratamento controle, que utilizou apenas cana-de-açúcar e água destilada (tratamento 2), observou-se semelhança nos dois tratamentos, podendo afirmar que o aproveitamento do resíduo do processamento úmido do café é uma alternativa tecnicamente viável.

**Palavras-chaves:** polpa do café, fermentação, *Saccharomyces cerevisiae*, etanol, biocombustíveis.

**INTRODUÇÃO**

O uso de combustíveis fósseis pode em breve tornar-se insustentável devido não somente a escassez destes combustíveis na natureza, mas também por ser um dos principais responsáveis por grandes impactos ambientais em nosso planeta.

As ações governamentais dirigidas ao etanol orientam-se inicialmente por preocupações na área de energia e combustíveis. Nesse sentido, reproduzem as ações do governo brasileiro de meados dos anos 1970, quando a crise do petróleo levou à incorporação do etanol (ou álcool) em nossa matriz energética, tornando assim uma alternativa efetiva à gasolina (BASTOS,2007).

Mesmo com a interrupção da trajetória virtuosa do etanol no início da década de 1990 em resposta à queda nos preços relativos do petróleo e aos problemas de natureza fiscal do governo, que eliminaram os subsídios e levaram a uma perda de espaço relativo para a gasolina, um novo ímpeto, recente no mundo devido o retorno aos aumentos no preço do petróleo, as perspectivas de esgotamento das reservas, os riscos geopolíticos decorrentes da dependência do petróleo de países politicamente instáveis e os compromissos mais sólidos com a questão ambiental desde a assinatura do Protocolo de Quioto (KYOTO PROTOCOL, 1997), fizeram renascer a atenção nas fontes alternativas de energia. O biodiesel, a célula combustível de hidrogênio e, principalmente, o etanol passaram a constar de forma definitiva da agenda dos governos e das políticas de praticamente todos os países (BASTOS,2007).

O etanol ou álcool etílico, de forma molecular  $C_2H_6O$ , é um tipo de álcool incolor e solúvel em água, produzido através da fermentação da sacarose por determinadas leveduras (LEITE, 2006).

Os avanços da biotecnologia, especialmente na produção de etanol, oferecem oportunidades para a utilização econômica de resíduos agroindustriais. Estudos recentes apontam o excelente

---

1 Mestrando em Ciência dos Alimentos, DCA, duduxlx@msn.com

2 Professor Adjunto, DCA/UFLA, jlembi@dca.ufla.br

3 Professora Adjunto, DCA/UFLA, fqueiroz@dca.ufla.br

4 Mestrando em Ciência dos Alimentos, DCA, icostag@yahoo.com.br

5 Mestrando em Ciência dos Alimentos, DCA, greginaldo@gmail.com

potencial da utilização destes resíduos do ponto de vista econômico, por não envolver custo associado ao cultivo da matéria-prima.

Diferentes biocombustíveis podem ser obtidos de diferentes matérias-primas através de diferentes processos térmicos, químicos e bioquímicos. A partir de açúcares e amidos (cana-de-açúcar, mandioca, milho, beterraba e trigo), utilizando-se processos fermentativos, podem ser produzidos etanol, butanol, etil, butil, éter e outros produtos químicos (BALAT & BALAT, 2009).

O café destaca-se como o produto agrícola de maior relevância para o Brasil e para o estado de Minas Gerais (SAENGER et al., 2001). No ano de 2009, a produção brasileira apresentou um total de 39,4 milhões de sacas de 60 kg. Sendo que 50,3% do total foram produzidos em Minas Gerais 25,8% no Espírito Santo, 8,6% em São Paulo (CONAB, 2010). O Produto Interno Bruto de Minas Gerais em 2009 foi de 44,8 milhões de reais sendo que 33,93% do total representado pela produção de café (CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA- CEPEA, 2010). Devido a grande importância do café para o Brasil e para Minas Gerais os resíduos de sua produção tornam-se uma boa alternativa para utilização na produção de álcool combustível.

Existem duas formas de beneficiamento do café: por via úmida e por via seca. O processo por via seca é a técnica mais simples e comum. Neste processo, os frutos são secos ao sol ou em secadores artificiais e levados a uma máquina descascadora para a remoção do material que envolve os grãos de café, que são os produtos de interesse econômico (OLIVEIRA et al., 2001a; VILELA et al., 2001). No processamento por via úmida têm como resíduo principal a polpa do café.

A polpa do café e a casca contêm quantidades de cafeína, taninos e matérias orgânicas, o que torna tóxico em sua natureza, resultante do problema de descarte. Sendo este material rico em natureza orgânica, o que faz este substrato útil para processos microbianos com intuito de obter produtos de valor agregado e contribuindo para diminuição da poluição causada por esses resíduos agroindustriais (PANDEY, 2000).

O objetivo desse trabalho foi produzir etanol a partir do resíduo gerado no processamento úmido de café cereja.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Material**

Foram utilizadas polpa de café e água de lavagem do processamento úmido do café cereja cedidos por um agricultor da região de Lavras/MG, caldo de cana-de-açúcar e água destilada.

Os seguintes tratamentos foram realizados:

Tratamento 1- Foi triturada a polpa de café com água e o líquido resultante com teor de sólidos solúveis foi utilizado para diluir o caldo de cana-de-açúcar para 15° Brix e posterior fermentação.

Tratamento 2- Foi utilizado apenas caldo de cana-de-açúcar diluído com água destilada para 15° Brix.

As fermentações foram realizadas em erlenmeyers de 500 mL dispostos em incubadora a uma temperatura de 28°C durante 48 horas. Para o estudo cinético, foram retiradas amostras do mosto fermentado nos tempos 0, 12, 24, 38 e 48 horas. As amostras foram centrifugadas a 3000 rpm/5 min e o sobrenadante foi separado para análises de teor de sólidos solúveis, pH e açúcares redutores totais.

### **Microrganismo**

Utilizou-se fermento biológico (*Saccharomyces cerevisiae*) da marca Fleischmann.

### **Teor de Sólidos solúveis**

O consumo de substrato foi acompanhado através da medição do teor de sólidos solúveis totais (° Brix), utilizando refratômetro modelo RT-30ACT da marca Intrutherm.

### **pH**

Foi determinado o pH do mosto fermentado em potenciômetro digital, modelo QUIMIS, tipo Q-400 calibrado com soluções tampão ácida e neutra, com valores de pH, respectivamente, 4,00 e 7,00.

### **Açúcares Redutores Totais**

Para a determinação de açúcares redutores totais foi utilizado o método DNS (ácido 3,5 dinitrossalicílico) desenvolvido por Miller (1959). As amostras retiradas durante a fermentação foram diluídas e os resultados foram expressos em g.L<sup>-1</sup>.

### Teor Alcoólico

Foi analisado o teor de etanol do mosto fermentado para amostras retiradas nos tempos 24, 38 e 48 horas, em Ebulliômetro 3750, da marca Universal e os resultados foram expressos em ° GL.

### Rendimento da fermentação alcoólica (Yp/s) e Eficiência Fermentativa (Ef)

O rendimento da produção de foi calculado em gramas de etanol produzido por gramas de açúcares redutores totais consumidos (equação 1).

$$Y_{p/s} = \frac{E}{(S_0 - S)} \quad (1)$$

onde,

E= concentração final de etanol (g.L<sup>-1</sup>);

S<sub>0</sub>= concentração inicial de açúcares redutores totais (g.L<sup>-1</sup>);

S= concentração final de açúcares redutores totais (g.L<sup>-1</sup>).

A eficiência fermentativa foi calculada pela relação entre o rendimento do etanol observado no processo e o rendimento teórico (equação 2).

$$Ef = \frac{Y_{p/s}}{0,511} \times 100 \quad (2)$$

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Teor de Sólidos Solúveis Totais

Durante a fermentação foi medido o teor de sólidos solúveis totais em tempos pré-determinados (Figura 1). Os valores obtidos para os dois tratamentos foram semelhantes. Para o primeiro tratamento o teor de sólidos solúveis totais diminuiu de 15,2 para 4,3°Brix, já para o segundo tratamento de 15° para 4 °Brix.

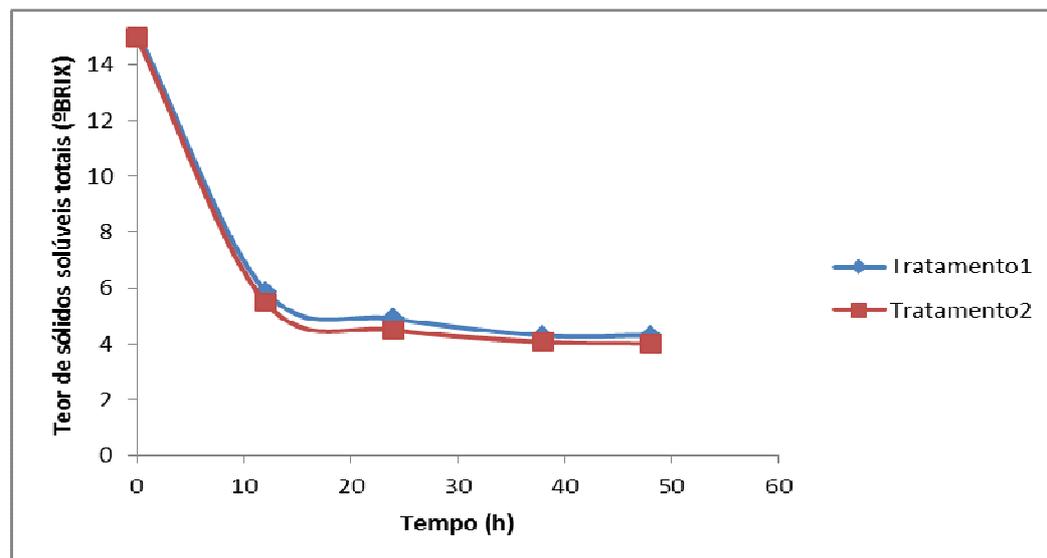


Figura 1 Teor de Sólidos Solúveis Totais

Comparando com os resultados obtidos por Carvalho et al (2008), os quais realizaram fermentações utilizando mosto diluído apenas com água destilada para 15 °Brix. Ao final da fermentação foi medido o teor de sólidos solúveis totais por leitura direta em refratômetro obtendo o valor de 4,0 °Brix.

## pH

Os valores de pH das amostras dos dois tratamentos (Tabela 1) foram semelhantes, mostrando que não existiram diferenças na fermentação, ou seja, não houve desvio da fermentação alcoólica para a produção de ácidos.

Tabela 1 pH dos fermentados

Tempo	pH tratamento 1	pH tratamento 2
0	4,5	4,4
12	4,0	4,2
24	3,7	3,8
38	3,6	3,6
48	3,6	3,7

## Açúcares Redutores Totais

Os teores de açúcares totais (Figura 2) mostraram a semelhança no comportamento do consumo de açúcar durante a fermentação. Com isso fica evidente que não houve influencia da polpa do café na fermentação alcoólica.

Pela curva percebe-se que praticamente todo açúcar foi consumido durante as primeiras 24 horas.

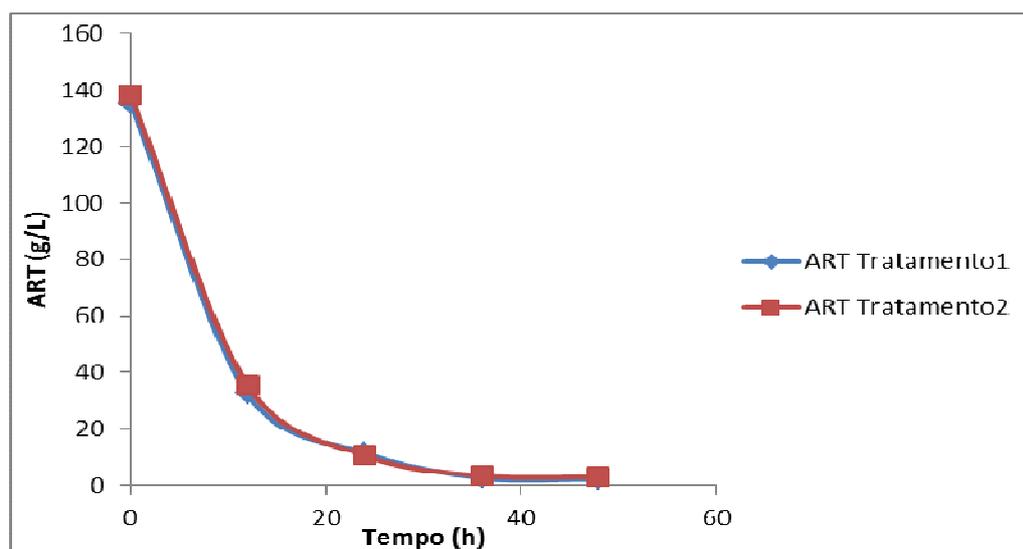


Figura 2 Açúcares Redutores Totais

## Teor alcoólico

As análises de etanol realizadas apresentaram como resultados (Tabela 2), valores finais para a concentração alcoólicas iguais a 7,03° GL para o primeiro tratamento contendo apenas caldo de cana e polpa de café e para o segundo tratamento 7,13°GL, as produções alcoólicas foram próximas, portanto não houve desvio da produção de álcool quando se adiciona o caldo casca de café.

Tabela 2 Teor alcoólicos dos tratamentos

Tempo	°GL Tratamento 1	°GL Tratamento 2
0	0	0
24	6,13	6,67
38	6,67	6,83
48	7,03	7,13

O vinho produzido após a fermentação pode possuir de 5% a 9% v/v de etanol (LIMA,2001). Dependendo da quantidade de açúcar presente no início da fermentação, quantidades superiores de álcoois inibem a atividade da levedura.

Carvalho et al.(2008), observou ao final da fermentação que o caldo de cana fermentado possuía uma concentração de etanol de 6% v/v, sendo o valor encontrado neste trabalho superior aos encontrados pelos autores.

Considerando-se a densidade do etanol igual  $0,79 \text{ g.mL}^{-1}$ , pode-se dizer que a produção deste álcool durante a fermentação foi de 55,54 g etanol/L de fermentado para o primeiro tratamento e 56,64 g etanol/L de fermentado.

### **Rendimento da fermentação alcoólica (Yp/s) e Eficiência Fermentativa (Ef)**

O rendimento (Yp/s) para o primeiro tratamento foi de 0,417 e para o segundo tratamento foi de 0,418, sendo o máximo de rendimento de produção de etanol com relação ao consumo de açúcar igual a 0,511, os valores obtidos estão distantes desse valor teórico, isto pode ser explicado por diversos motivos dentre eles a utilização de fermento biológico na fermentação e utilização de parte do açúcar para manutenção das células.

A eficiência fermentativa para o primeiro tratamento foi de 81,75% e para o segundo tratamento de 81,89%, ambos os valores superiores aos encontrados por Carvalho et al.(2008), que obtiveram a eficiência de 80% para fermentação do caldo de cana-de-açúcar diluído apenas com água destilada.

### **CONCLUSÃO**

Esses resultados preliminares indicaram que é possível a utilização do caldo resultante da trituração da polpa de café para adição ao caldo de cana-de-açúcar. O rendimento e tempo de fermentação não foram alterados pela adição de polpa ao caldo de cana. Esse processo apresenta a vantagem de aproveitar o resíduo gerado no processamento úmido do café.

### **REFERÊNCIAL BIBLIOGRÁFICO**

BALAT, M.; BALAT, H. Recent trends in global production and utilization of bio-ethanol fuel. **Applied Energy**, v.86, n. 12, p. 2273-2282, dez. 2009.

BASTOS,V.D.ETANOL, ALCOOLQUÍMICA E BIORREFINARIAS. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro,v.1, n. 25, p. 5-38, mar. 2007

CARVALHO,W.; CANILHA,L.; ALMEIDA e SILVA, J.B. Cinética da fermentação e balanço de massa da produção de cachaça artesanal. **Brazilian Journal Food Technology**, Lorena, n. 12, dez. 2008. Disponível em: <[http://bjft.ital.sp.gov.br/artigos/especiais/especial\\_2009\\_2/v12ne\\_t0001.pdf](http://bjft.ital.sp.gov.br/artigos/especiais/especial_2009_2/v12ne_t0001.pdf)>. Acesso em: 10/06/2010.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA. PIB agro mineiro. Disponível em: [http://www.cepea.esalq.usp.br/pibmg/files/2009/01jan\\_dez.pdf](http://www.cepea.esalq.usp.br/pibmg/files/2009/01jan_dez.pdf). Acessado em 10 de agosto de 2010.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Indicadores agropecuários**. Disponível em <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em 12 agosto 2010.

LEITE, R. C. DE C. Biomassa, a esperança verde para poucos. Disponível em [www.http://agenciact.mct.gov.br](http://www.agenciact.mct.gov.br) Acesso em 15 de agosto de 2010.

**XIX CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFPA**  
**27 de setembro a 01 de outubro de 2010**

---

LIMA, U. de A. Aguardentes. In: AQUARONE, E., LIMA, U.A.; BORZANI, W.. **Biotecnologia Industrial: alimentos e bebidas produzidos por fermentação**. São Paulo: Edgard Blücher, 2001. v. 5. p. 145-182.

MILLER, G. L. Use of dinirosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. **Analytical Chemistry**, Washington, v. 31, n. 3, p. 426-428, mar. 1959.

PANDEY, A.; SOCCOL, C.R.; NIGAM, P.; BRAND,D.; ,OHAN,R.; ROUSSOS,D. Biotechnological potential of coffee pulp and coffee husk for bioprocesses. **Biochemical Engineering Journal**, Netherlands,v .6, n.2, p153-162, jan. 2000.

SAENGER, M.; HARTGE, E.U.; WERTHER, J.; OGADA, T.; SIAGI, Z. Combustion of coffee husks. **Renewable Energy**, Oxford ,v. 23,n.1, p. 103-121,mai. 2001.

VILELA, F. G.; PEREZ, J. R. O.; TEIXEIRA, J. C.; REIS, S. T. Uso da casca de café melosa em diferentes níveis na alimentação de novilhos confinados. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v.25, n.1. p.198-205, jan./fev.2001.

KYOTO PROTOCOL TO THE UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE. 2000. Disponível em: < <http://treaties.un.org/doc/source/RecentTexts/kyoto-en.htm>>. Acessado em 10 de agosto de 2010