



## COMPARAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE EXTRAÇÃO DA SACAROSE DA CANA DE AÇÚCAR ENTRE A MOENDA E O DIFUSOR

T. M. O. CASTRO<sup>1</sup>, R. J. CAVALLARO<sup>1</sup>, E. U. BUCEK<sup>1</sup>, M. L. BEGNINI<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional Engenharia Química da Universidade de Uberaba (PPGEQ\_MP/UNIUBE)

**RESUMO** – *As indústrias sucroenergéticas necessitam de um elevado número de processos, envolvendo inúmeras etapas, requerendo assim vários procedimentos de controle ao longo de toda a cadeia produtiva. Dentro das etapas dos processos podemos destacar a extração da sacarose da cana de açúcar como a principal, sendo ela realizada pela moenda ou pelo difusor atualmente empregada no Brasil. A tendência atual para novas plantas industriais e a aplicação de modernos conceitos tecnológicos, no meio sucroalcooleiro, tem sido responsável pelo aumento de interesse pelo difusor. Ainda predominante neste setor, o sistema de moagem tem apresentado avanços nos rendimentos de extração da sacarose, devido ao uso da automação e instrumentação, que começa a perder espaço para a tecnologia concorrente. Um dos principais motivos para o aumento do prestígio do difusor é a eficiência da extração que pode atingir índices médios de extração entre 97% e 98%, enquanto a moenda pode chegar a 97% na primeira semana da safra e a 96% em condições ótimas. O estudo aqui apresentado utilizou uma metodologia dedutiva bibliográfica e comparativa, buscando referências na literatura e coleta de dados em campo, para estabelecer um referencial do melhor equipamento de extração. Os equipamentos de extração de sacarose a partir da cana-de-açúcar mostraram que na moenda a extração da pol foi superior a 97,5% e que no difusor, atingiu 95%, um valor considerado baixo para um difusor operando em condições normais.*

### 1. INTRODUÇÃO

O processo produtivo em indústria sucroenergética envolve grande número de etapas e equipamentos, requerendo vários procedimentos de controle ao longo de toda a cadeia produtiva, tornando a sequência das operações muito complexas, e mais eficiente, quanto maior for a eficácia das diversas operações realizadas no sistema produtivo industrial ao longo de toda sua cadeia de processos (IPT, 1990).

Entre as várias etapas do processo produtivo, a extração do caldo se destaca como uma das principais e mais importante etapa, uma vez que, fornece a matéria prima (caldo), a produção de açúcar e etanol, e também o bagaço para as caldeiras, onde é gerado o vapor necessário a todos os processos da fábrica e a geração de energia elétrica.



Até meados da década de 80, a moenda reinava absolutamente no setor sucroalcooleiro brasileiro, sendo considerado o principal equipamento de extração da sacarose da cana-de-açúcar. Mas exatamente em 1985 esse predomínio começou a ser ameaçado quando a Usina Galo Bravo adquiriu o primeiro difusor no país. A elevada extração superando 98% passou a ser o principal trunfo dessa novidade tecnológica em solo brasileiro, garantindo um ganho de 1 a 1,5% na extração em relação à moenda (Jornal Cana, 2010). Com o surgimento do difusor, as moendas começaram a se modernizar, ocorrendo mudanças no preparo da cana, na solda das camisas, além da colocação do quinto e sexto terno, proporcionando durante todos esses anos uma disputa acirrada entre os dois métodos, onde cada um dos adeptos expõe sua opinião, o que sempre é contraditória ao concorrente (Lemos, 2010).

Objetiva-se neste trabalho utilizar-se-á um método dedutivo no estudo comparativo entre o difusor e a moenda, através de comparação entre os dois equipamentos após sofrerem algumas melhorias.

## 2. MOENDA E DIFUSOR

Payne (1989) considera que “a moagem é basicamente um exercício de separação de materiais”, sendo a extração do açúcar, ou melhor, dos sólidos solúveis da cana de açúcar. Ela pode ser realizada por meio de duas técnicas: a prensagem (que emprega as moendas ou ternos de rolos) e a extração por solvente (que usam os equipamentos chamados difusores).

### 2.1 MOENDA

A moagem é basicamente um exercício de separação de materiais, sendo a extração do açúcar, ou melhor, dos sólidos solúveis da cana de açúcar, que pode ser realizada por meio de sucessivas prensagens do bagaço desfibrado entre os rolos dos ternos de moagem. Cada terno é formado por 4 cilindros dispostos de tal modo que, o bagaço sofre sucessivos esmagamentos ao passar por entre eles. Os cilindros inferiores e o cilindro de entrada têm seus eixos fixos e giram no mesmo sentido. O cilindro superior tem a posição de seu eixo controlada por um regulador de pressão hidráulico, girando em sentido contrário ao dos inferiores, como ilustra a Figura 1 (IPT, 1990).

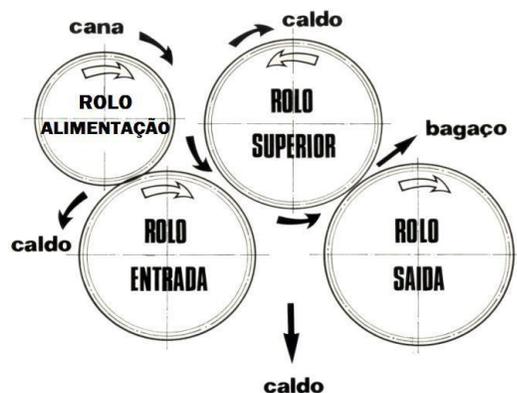


Figura 1: Sistema de rolos de moenda.

Fonte: Lemos (2010)



Ao passar entre os rolos, a cana desfibrada é conduzida sobre uma bagaceira até o rolo de saída, sendo extraído o caldo, resultando o bagaço seco. Os rolos são acionados por pinhão do rolo superior, acionado por uma turbina e um sistema de engrenagens redutoras e a cana é conduzida de um terno a outro através de esteiras intermediárias. As esteiras da moenda geralmente são do tipo de taliscas de arraste, que conduzem a cana até o “chute-donnelly” do próximo terno, como mostra a Figura 2 (Magalhães).

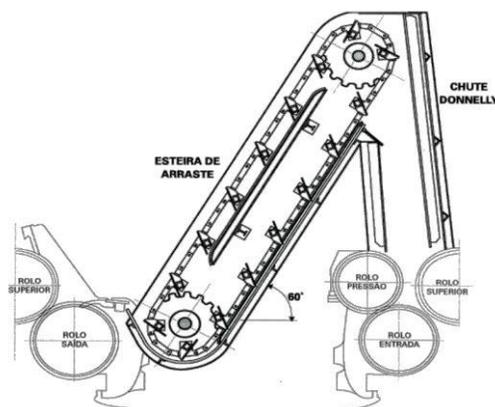


Figura 2: Esteira de arraste intermediária  
Fonte: Lemos (2010)

Segundo Payne (1989) para aumentar a extração de sacarose, realiza-se adição de água à cana, processo este chamado de embebição, uma vez que o bagaço resultante ainda retém certa quantidade de caldo por capilaridade ou em células que escaparam ao esmagamento. Adicionando-se certa quantidade de água ao bagaço, esse caldo residual fica diluído, podendo ser extraído em nova moagem. A unidade final do bagaço permanece a mesma, ocorrendo simplesmente à substituição do caldo original pela água adicionada.

## 2.1 DIFUSOR

O verdadeiro processo de difusão, que é aplicado por exemplo no processamento da beterraba, que ocorre a elevada temperatura de operação, promove uma quebra química das membranas das células (que contém a solução rica em sacarose), aumentando desta forma sua permeabilidade e permitindo que a sacarose passe através da membrana na direção de uma solução com menor concentração (transferência de massa por diferença de concentração). No caso da cana-de-açúcar, as células que contém a sacarose são completamente insensíveis à temperatura, de maneira que no difusor de cana a sacarose é extraída exclusivamente por um processo de lavagem repetitiva, passando por diluição para a solução de menor concentração (Bastos Neto, 2010).

A extração em difusor (Figura 3) efetua-se graças à ruptura das células, onde está a sacarose, e a lavagem destas com água ou caldo extraído (embebição) em processo em contracorrente com caldo diluído e água.



Figura 3: Difusor.

Fonte: Bastos Neto (2010)

Por este motivo, o processo de extração da sacarose da cana de açúcar pelo difusor, depende exclusivamente da porcentagem de células rompidas, efetuadas no preparo da cana, e da possibilidade de acesso do líquido de extração a estas células, ou seja, processo de embebição demonstrado na Figura 4 (Bastos Neto, 2010).

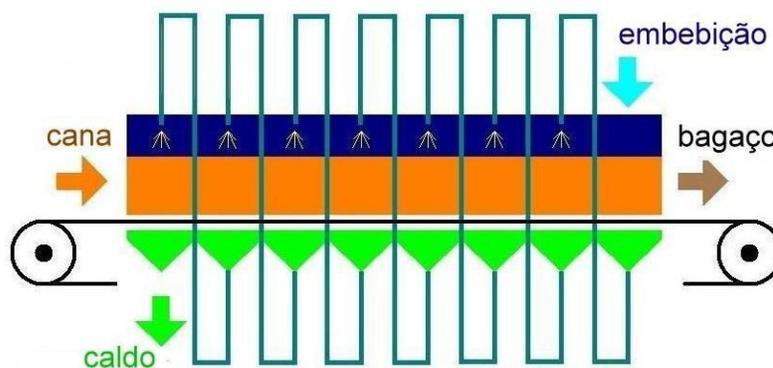


Figura 4: Sistema de embebição do difusor.

Fonte: Bastos Neto (2010)

Desta forma, a concentração do caldo aumenta sua concentração gradualmente até atingir seu máximo no captador situado junto à entrada da cana no difusor, de onde é bombeado para peneiramento e daí para o processo. Analogamente, o bagaço que segue em direção à parte final do difusor tem sua concentração de sacarose diminuída gradualmente (Bastos Neto, 2010).



### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O desenvolvimento deste trabalho ocorreu no período de safra no ano de 2009/2010 em duas usinas de produção de açúcar, etanol e energia elétrica. O trabalho foi elaborado através de dados coletados durante o período de safra e após a coleta, foi feita uma análise e desenvolvimento de gráficos e tabelas.

### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A moenda avaliada possui seis ternos de 37" x 66" apresentando altos índices de extração ficando na média com 97,5%, mas em certas ocasiões a extração diária atinge valores acima de 98%. O difusor com a moagem aumentada em 70% da sua capacidade total, tem uma média de extração 94,5%, atingindo picos de 95% em certos dias, um bom valor já que moagem foi aumentada em 2800 toneladas de cana por dia. Tais valores mostram que se pode obter bons índices de extração para ambos os equipamentos.

A análise dos dados foi feita com relação a parâmetros de extrema importância para o desempenho com alta eficiência de ambos os equipamentos e apresentado a seguir (Figura 5).

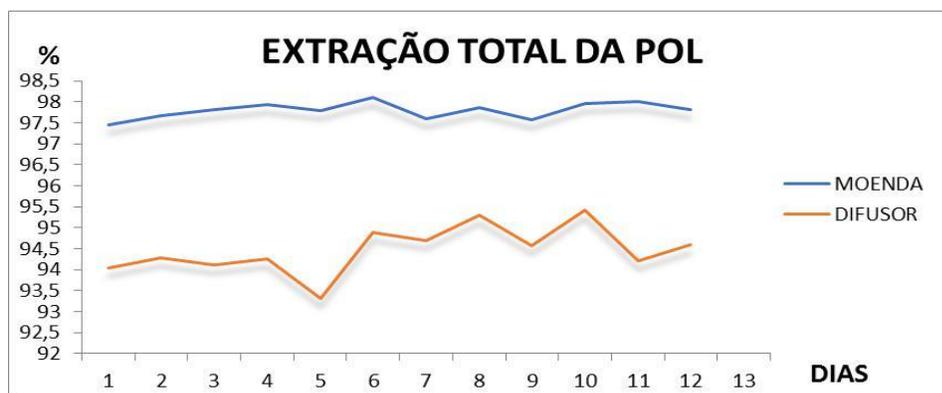


Figura 5: Porcentagem de extração da Pol.

O teor de fibras é outro fator detectado, que interfere diretamente na capacidade de moagem, quanto maior a fibra mais sacarose é retida no bagaço. A Figura 6 mostra uma maior oscilação da fibra no difusor do que na moenda.

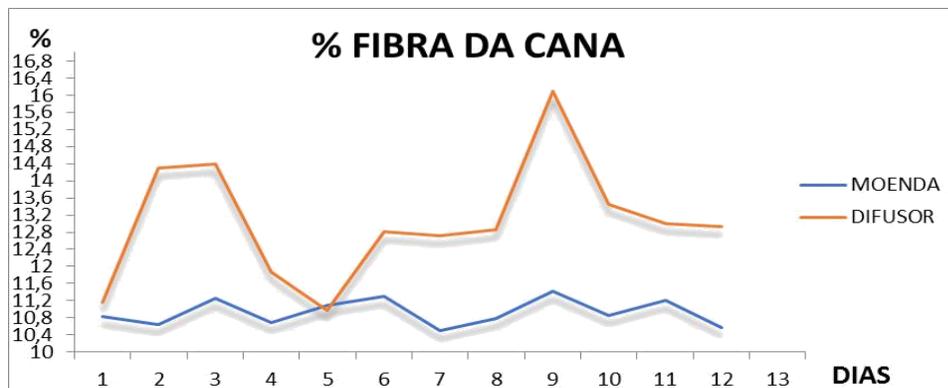


Figura 6: Porcentagem de fibra da cana.

Essa variação da fibra além de interferir diretamente na eficiência de extração do difusor ou da moenda, conseqüentemente irá alterar a taxa de embebição que varia conforme altera a fibra, de acordo com a Figura 7 abaixo:

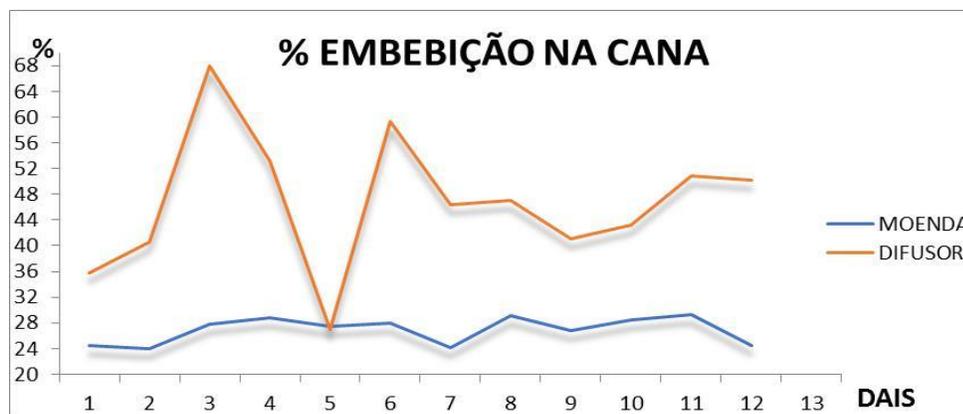


Figura 7: Porcentagem de embebição utilizada.

O efeito desse aumento da fibra causa um aumento da % pol do bagaço e na % de embebição no difusor, já que a fibra da cana que entrou na moenda não sofreu grandes alterações, mantendo a taxa de embebição e a pol do bagaço durante a operação relativamente constante Figura 8.

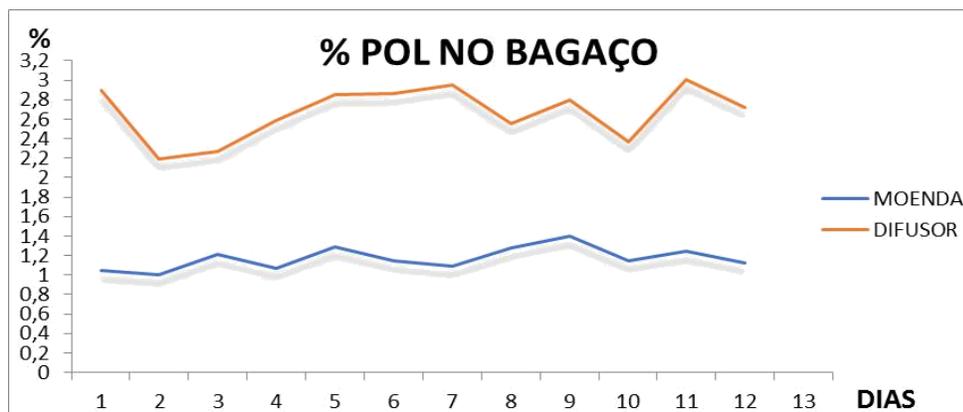


Figura 8: Porcentagem de Pol no bagaço final.

Em consequência dessa variação da fibra no difusor, ocorre também um aumento na porcentagem de umidade do bagaço final, observado na Figura 9. Na moenda não houve aumentos significativos da fibra tornando o processo mais estável em relação a porcentagem de pol no bagaço, pol extraída e porcentagem de embebição. Porém, na umidade do bagaço final foi visível uma grande variação da umidade.



Figura 9: Porcentagem da umidade no bagaço final.

## 5. CONCLUSÕES

Os estudos realizados sobre os equipamentos de extração de sacarose a partir da cana-de-açúcar mostraram que na moenda a extração da pol foi superior a 97,5%, mostrando que também é possível se obter valores otimizados de extração sem a redução da moagem, desde que, seja efetuada a sua regulagem e operação dentro dos parâmetros pré-estabelecidos.



No difusor, os valores de extração da pol atingiram 95%, um valor considerado baixo para um difusor operando em condições normais. Porém, se justifica devido às melhorias realizadas, no qual possibilitou o aumento da moagem em 70% e conseqüentemente a redução da extração da pol. Essa redução não se limita às melhorias, mas também ao aumento da fibra e do índice de células abertas.

A quantidade de cana moída durante o período de safra é extremamente importante, uma vez que se a cana não for processada no mesmo ano, está perde grande quantidade de açúcar e na safra seguinte causa problemas na extração devido ao aumento no teor de fibras.

## **6. REFERÊNCIAS**

BASTOS NETO, A. O. **Aspectos da extração de sacarose de cana-de-açúcar por difusão**. 2010.

IPT. **Conservação de energia na indústria do açúcar e do álcool**. São Paulo: 1990. 796p.

JORNAL DA CANA. **Difusor x Moenda**. [www.jornalcana.com.br](http://www.jornalcana.com.br).

JORNAL DA CANA. **Moenda começa a perder espaço para o difusor**. Ribeirão Preto, série 2, n.196, p. 80 e 84, abr. 2010.

LEMONS, J.C. M; CASTRO, T. M. de. O. Uma análise comparativa entre o difusor e a moenda na extração da sacarose. Trabalho de conclusão de curso. UNIFRAN/Franca. Franca SP. 67pág.

MAGALHÃES, A. C. M. **Álcool e Açúcar - Unidade I - Extração e Preparação**.  
[www.ebah.com.br/alcool-e-acucar-unidade-i-extracao-e-preparacao-doc-a17225.html](http://www.ebah.com.br/alcool-e-acucar-unidade-i-extracao-e-preparacao-doc-a17225.html).

PAYNE, J. H. **Operações unitárias na produção de açúcar de cana** (Título do original: Unit operations in cane sugar production). Tradução de Florenal Zapelon. São Paulo: CIP, 1989.

## **7. AGRADECIMENTOS**

**OS AUTORES AGRADECEM À FAPEMIG PELO APOIO PRESTADO.**

---

Uberaba, 30 de novembro e 01 de dezembro de 2018