

### 29.1 Introdução

O etanol é um líquido incolor e volátil, inflamável, claro. O etanol é um bom convívio. Também é usado como germicida, bebida, anticongelante, combustível, depressor e intermediário químico. Pode ser feita pelo processo de fermentação de material que contém açúcar ou do composto que pode ser convertido em açúcar. A enzima de fermento facilmente fermenta sacarose para etanol.

Fórmula molecular -C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH

Peso molecular- 46,07

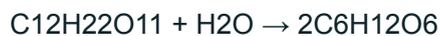
Densidade - 0,791 a 20 ° C

Ponto de ebulição - 78,3 ° C

#### Reações químicas:

(a) Reação principal

invertase



zimase



Etanol de glicose

(b) Reação lateral



Óleo de Fúsel

O etanol é matéria-prima para muitas indústrias químicas orgânicas a jusante na Índia.

**Matéria-prima:** Melaço

**(e) Tanque de fermentação:**

- As mudanças químicas são trazidas pela ação das enzimas invertase e zimase secretada por fermento no melaço.
- A fermentação é anaeróbica,
- O calor é desenvolvido, que é removido por bobinas de resfriamento.
- O tempo de permanência é de 30 a 70 horas e a temperatura é mantida a 20-30 ° C
- 8-10% de álcool em volume (cerveja) é produzido por processo de fermentação.
- Adiciona-se HCl ou ácido sulfúrico para obter 4,5 PH.

**(f) Diluter:**

- Aqui o melaço é diluído a 10 a 15% de solução de açúcar.

**(g) Scrubber:**

- O dióxido de carbono é liberado e utilizado como por produto.
- O subproduto CO<sub>2</sub> contém um pouco de etanol devido à evaporação líquida de vapor e pode ser recuperado por lavagem à água.



## **29.2. Função funcional de várias unidades**

## Pro Alcool :Fundamentos de tecnologia de processos

### (a) Tanque de armazenamento de melaço:

- • Melaço é licor obtido como produto de indústrias açucareiras.
- • O melaço é um material viscoso pesado, que contém sacarose, frutose e glicose (açúcar invertido) a uma concentração de 50-60 (peso / volume).

### (b) Tanque de esterilização:

- • Levedura é esterilizada sob pressão e depois arrefecida.

### (c) Tanque de cultivo de fermento:

- • O fermento cresce na presença de oxigênio por brotação.
- • Levedura é cultivada com antecedência.

### (d) Tanque de armazenamento de fermento:

- • O fermento é unicelular, oval e 0,004 a 0,010 mm de diâmetro.
- • PH é ajustado para 4,8 a 5 e temperatura até 32 ° C

### (k) Coluna de retificação:

- • Na coluna, a mistura azeotrópica de álcool e água de 95% de etanol é retirada como produto secundário.
- • Este etanol a 95% é condensado em condensador e armazenado no tanque de armazenamento.
- • O fluxo lateral é retirado e enviado ao decantador.
- • Na parte inferior, a água é descarregada.
- • Aqui, as misturas de álcool e água são rectificadas para aumentar a força do álcool.

### (l) Tanque de armazenamento:

- • Do tanque de armazenamento, três fluxos são evoluídos:
- • Venda direta como portátil.
- • Para uso industrial.
- • Ainda anidro para produzir 100% de etanol.

### (m) Tanque de mistura:

- • Para a produção de álcool desnaturado, o desnaturante é misturado com o etanol a 95% produzido a partir da coluna de retificação.
- • O desnaturante é normalmente metanol (10% em volume)

### (n) Destilação azeotrópica de Ternary:

- • O produto da coluna de retificação é um azeótropo mínimo de ebulição ternário de etanol, água e benzeno.
- • O benzeno é um agente azeotrópico.
- • Aqui, principalmente, duas unidades estão presentes; Anidro ainda, decantador, stripper e poucos permutadores de calor.

## Pro Alcool :Fundamentos de tecnologia de processos

- O produto anidro de etanol a combustível (100% etanol) é produzido.
- A integração do calor e a recuperação de energia desempenham um papel vital na redução dos requisitos energéticos.

### Álcool no Brazil tecnologia de processos usando frutas para vinhos

Desde os primeiros momentos da indústria automobilística, o álcool tem sido considerado como um combustível viável. De fato, o primeiro modelo desenvolvido por Henry Ford tinha seu motor adaptado para funcionar tanto com álcool como gasolina. Entretanto, como a gasolina tornou-se mais barata e disponível que o álcool, este combustível deixou de ser considerado prioridade até as crises econômica de 1929 e do petróleo dos anos de 1970. Assim, inicialmente a produção de etanol foi justificada por aspectos políticos. Atualmente, a ênfase em redução da poluição e limitação do aquecimento

global também têm sido fortes motivações para a continuidade de produção e uso desse combustível renovável. Embora no Brasil o uso de cana-de-açúcar para produção de álcool seja muito bem-sucedido, outras matérias-primas devem ser consideradas futuramente, seja para possibilitar a produção em regiões sem vocação agrícola para aquela cultura, seja para inclusão de pequenos produtores usando materiais amiláceos como mandioca e batata-doce, ou com a utilização de materiais lignocelulósicos quando esta tornar-se uma realidade. Dessa forma, este trabalho fala de aspectos técnicos da produção de etanol a partir de carboidratos, considerando as principais vantagens, dificuldades e inovações técnicas em seu uso.

O álcool etílico (etanol) é caracterizado como um líquido incolor, de odor ardente, facilmente inflamável, de chama azulada, e muito higroscópico. No estado desidratado é perfeitamente solúvel em diversas substâncias orgânicas ou minerais, como ésteres, carburantes, acetonas, etc. Sua solubilidade diminui com o aumento da presença de água. Em uma mistura com água, o álcool tem ponto de congelamento mais baixo do que a mesma.

No Brasil, o etanol combustível é utilizado de duas maneiras: o álcool anidro e o álcool hidratado. O anidro possui menos água em sua

composição, sendo mais adequado para a mistura carburante com a gasolina. A adição do álcool carburante à gasolina eleva em 2% o volume métrico consumido. Assim, para cada 100 L de gasolina misturada existirá uma proporção de 81,6 L de gasolina e 20,4 L de álcool anidro. Assim, 20,4 L de álcool anidro podem poupar 18,4 L de gasolina. O Brasil foi o primeiro país a eliminar totalmente o chumbo tetraetila de sua matriz de combustíveis em 1992, embora, desde 1989, cerca de 99% do petróleo refinado no País já não usasse esse aditivo. Essa conquista deu-se graças ao uso do álcool como aditivo à gasolina. Adicionada à gasolina, o álcool anidro confere-lhe poder antidetonante, tendo em vista sua elevada octanagem. Assim, revela-se um bom substituto ao chumbo tetraetila ou MTBE, possibilitando a eliminação dos efeitos danosos provocados por esses compostos ao meio ambiente.

A principal vantagem do etanol em relação à gasolina é ser renovável e, em princípio, um combustível completamente sustentável e menos poluente. O ponto mais importante é que o CO<sub>2</sub> liberado pela combustão do etanol foi recém-fixado pelas plantas, que são sua matéria-prima, de forma que se pode considerar que não há contribuição líquida ao aquecimento global. Entretanto, há requerimento de energia (em sua maior parte proveniente de combustíveis fósseis) em todas as etapas do processo, incluindo produção (plantio, fertilização, colheita) da matéria-prima, fermentação para transformação em etanol e destilação. No Brasil, com o bagaço da cana sendo utilizado como combustível, a geração de energia pelo etanol produzido excede à energia gasta em um fator de até duas vezes.

### **Rota de produção via síntese química**

O etanol pode ser obtido de duas diferentes formas: por síntese química e por fermentação. Na síntese química, o etanol é produzido a partir de hidrocarbonetos insaturados, como eteno e etino, e de gases de petróleo e hulha. Esse processo apenas possui significado econômico em países com grandes reservas de petróleo e indústria petroquímica avançada. Obviamente, o etanol obtido dessa forma não vem de matéria-prima renovável nem pode ser considerado como combustível alternativo. Assim, a via fermentativa é o método utilizado na obtenção de etanol no Brasil e na maior parte dos países. Esse processo é constituído de três partes: preparo do substrato, fermentação e destilação do fermentado. No preparo do substrato, a matéria-prima é tratada para dela se obterem os açúcares

fermentescíveis. Essa etapa depende do tipo de matéria-prima utilizada, como será descrito a seguir. A fermentação é o processo pelo qual os carboidratos serão transformados em álcool e gás carbônico pela ação de microrganismos. Finalmente, na destilação, o etanol é separado do caldo de fermentação e purificado.

Qualquer produto que contenha uma quantidade considerável de carboidratos (açúcares) constitui-se em matéria-prima para obtenção de álcool. Entretanto, para que seja viável economicamente, é preciso que se considere o seu volume de produção, rendimento industrial e o custo de fabricação. De acordo com o tipo de carboidratos presentes nas matérias-primas.

*Na arrtigo ha tabela*

*(<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/121716/1/Paginasdepolagr0320062p.6478.pdf>) comparados alguns substratos potenciais para produção de etanol no Brasil, considerando-se produtividade nas regiões características de produção e quantidade média de carboidratos totais. Deve-se ter em mente que esses não devem ser os únicos parâmetros para escolha de uma matéria-prima, pois os custos da produção de etanol dependem também dos custos de cultivo, transporte e processamento, além de outros aspectos não econômicos a serem considerados.*

### **Fermentação**

*As leveduras são fungos normalmente unicelulares, apresentando células de forma arredondada. Apesar de não ser o único microrganismo capaz de produzir álcool, as propriedades específicas das leveduras, como tolerância a altas concentrações de álcool e CO<sub>2</sub>, o crescimento rápido e a capacidade de fermentação as tornam os microrganismos mais adequados para a operação em escala industrial. As cepas mais importantes para a produção de álcool são as *Saccharomyces cerevisiae* e *Saccharomyces carlsbergensis*. Sua biomassa pode ser recuperada como subproduto da fermentação e transformada em levedura seca, que se constitui em matéria-prima para fabricação de ração animal ou suplemento vitamínico humano. Existem várias linhagens (raças) desse microrganismo que foram*

*selecionadas ao longo do tempo, para maior tolerância a variações de pH, maior resistência ao álcool e rendimento da fermentação. As características genéticas que as leveduras devem ter para uma boa produção industrial de álcool são: alta produção (relação entre o álcool produzido e o açúcar disponível à levedura); alta velocidade de fermentação; alta tolerância ao álcool; tolerância a altas temperaturas e estabilidade (essas características devem ser mantidas em uma linhagem de levedura por várias gerações). Tudo o que é necessário para iniciar a fermentação é misturar o inóculo de leveduras e manter as condições adequadas para o seu crescimento e produção de etanol. O tempo de fermentação pode variar com a matéria-prima, o microrganismo, o pH, a temperatura e diversos outros fatores, levando, normalmente, de 2 a 5 dias. Diversos fatores físicos (temperatura, pressão osmótica), químicos (pH, oxigenação, nutrientes minerais e orgânicos, inibidores) e microbiológicos (espécie, linhagem e concentração da levedura, contaminação bacteriana) afetam o rendimento da fermentação.*

### **Matéria prima:**

### **Açucarados:**

Como dito anteriormente, substratos que contenham sacarose ou glicose requerem um menor número de etapas para a produção de etanol que os outros tipos de substrato. De fato, melaços e outros xaropes com alta concentração de açúcar só precisam ser diluídos e ter seu pH ajustado antes da fermentação. Para outros materiais, como frutas, beterraba e cana-de-açúcar, é necessária uma etapa de extração, feita, normalmente, pela prensagem e posterior filtração do material.

*A seguir, a concentração média de açúcar em algumas frutas:*

**Uva-** 15%

**Banana-** 13,8%

**Maçã-** 12,2%

**Abacaxi-** 11,7%

**Laranja-** 5,4%

### **Melão- 2,5%**

Supondo uma extração de 75% de eficiência em maçãs, por exemplo, se teria cerca de 9 % de material fermentescível a partir do produto inicial. Assim, 1 t de maçãs levaria produção de 56 L de álcool.

Em qualquer caso, a percentagem de açúcar no substrato é baixa, de forma que não se faz necessária diluição, pelo contrário, esta é indesejável. Ou seja, no preparo de mostos de frutas, apenas é feita a extração do suco, e então o pH é ajustado. Entretanto, a fermentação alcoólica de frutas não é usada para produção de etanol combustível, e sim para produção de bebidas, onde o alto custo da matéria-prima justifica-se pelas características de aroma e sabor geradas no processo.

O melaço é um licor de cor escura (marrom a preto), de composição variável,

sendo um subproduto da produção de açúcar, tanto de cana como de beterraba. Esse material, se disponível, é um excelente substrato para produção de álcool, pois contém de 50% a 55% de açúcares fermentescíveis, ou seja, uma tonelada produziria de 250 a 300 L de álcool. Para preparo do

mosto é apenas necessário fazer a diluição e correção do pH. Em casos especiais, adicionam-se fosfatos e sais de amônio na proporção de 1 g/L de mosto.

### **Amilácios:**

Os materiais amiláceos podem ser divididos em amiláceos (grãos) e feculentos

(raízes e tubérculos). No primeiro grupo é necessária uma moagem inicial, para expor o amido. Eles contêm boa quantidade de material com potencial fermentativo, compensando, em muitos casos, as diversas etapas de processamento. O conteúdo médio de amido conversível e açúcar em alguns grãos típicos é: cevada, 50%; milho, 66%; aveia, 50%; centeio, 59%; sorgo, 67% e trigo, 65%. A produtividade de álcool depende de quão completa é a conversão do amido, mas normalmente é de 260 a 380 litros por tonelada. Quanto às raízes e aos tubérculos, uma vantagem é que

podem ser utilizados materiais de refugo, fora de tamanho, machucados e até mesmo com brotação desenvolvida. De fato, a existência de brotos reduzirá a quantidade de malte (ou enzimas) necessária para a malteação. As batatas contêm entre 15% e 18% de material fermentescível, as batatas-doces contêm cerca de 22% de amido e 5% a 6% de açúcares redutores, e a mandioca contém 30% a 35% e todos esses materiais feculentos são uma fonte tradicional de álcool. Em média, 1 t de batatas leva a uma produção de 85 L a 95 L de álcool, e de batata-doce, até 150 L.

Todos os materiais amiláceos requerem um processo de cozimento para iluição e gelatinização do amido, e, em seguida, de sacarificação ou hidrólise no qual o amido é transformado em açúcares fermentescíveis. Essa hidrólise pode ser por maltagem, por adição de enzimas ou pela ação de ácidos.

Bata doce

### [Produção de etanol a partir da batata-doce](#)

<http://calvados.c3sl.ufpr.br/bitstream/handle/1884/47464/R%20-%20T%20-%20JOANA%20ANTUNEZ%20RIZZOLO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

combustíveis fósseis, conciliada ao desenvolvimento de formas de produção de ... renda alternativa e sustentável para agricultura familiar. Palavras-chave: Etanol. Biocom

### **Celulósicos:**

A disponibilidade de resíduos celulósicos, representados por palhas, folhas, resíduos da exploração madeireira e outros, despertou o interesse para seu uso como matéria-prima para a produção de álcool. As vantagens desses substratos são sua grande disponibilidade, baixo custo (freqüentemente gratuitos) e, mais recentemente, questões ambientais. Os materiais celulósicos são compostos de lignina, hemicelulose e celulose em diferentes proporções e são, por isso, também chamados de lignocelulósicos.

Uso do resíduo das matérias-primas Após a extração do açúcar ou amido, em geral, tem-se produtos com uma composição rica em minerais e, geralmente,

altamente energéticas e facilmente digeríveis. Dessa forma, na maior parte das vezes podem ser utilizados na alimentação animal em complementação à ração. Usos diferentes têm sido estudados para as matérias-primas mais comuns na produção de álcool, como beterraba, cana-de-açúcar e grãos, especialmente milho. A seguir, serão feitas considerações sobre esses materiais. Beterraba – A polpa constitui um elemento de grande valor nutricional para a produção de carne e leite. É assim um subproduto destinado às indústrias de alimentação animal. Pode ser disponibilizada no estado seco ou granulada, em ambos os casos com um teor de matéria seca na ordem dos 90%, ou, alternativamente, no estado úmido (polpa prensada), com um teor de matéria seca de aproximadamente 22%. Cana-de-açúcar – O bagaço da cana-de-açúcar é um subproduto do processo de extração do caldo, seja este para a produção de açúcar ou de álcool. A principal característica do bagaço da cana é o seu teor de fibra, uma vez que a quantidade de bagaço que se obtém por unidade de massa de cana depende do teor de fibra. Em comparação a outros resíduos da agroindústria, o bagaço é considerado um subproduto nobre utilizado historicamente como combustível em caldeiras, visando à produção de vapor de processo e energia elétrica para os processos de industrialização do açúcar e do álcool. De fato, 1 t de cana moída gera aproximadamente 250 kg de bagaço, que, revertido em energia calórica, representa o equivalente a 560 mil kcal. Essa mesma quantidade de cana produz 70 L de álcool que proporcionam em torno de 392 mil kcal de energia, ou seja, existe mais energia embutida no bagaço da cana do que no álcool isoladamente. Comparada a queima do bagaço com outros combustíveis fósseis, ela é mais limpa, gerando menor impacto ambiental uma vez que praticamente não libera compostos com bases de enxofre, como SO<sub>2</sub> ou SO<sub>3</sub>, relativamente comum na queima de óleos combustíveis. Além disso, sua queima é lenta com uma baixa temperatura de chama proporcionando pouca formação de óxido nitroso. O bagaço pode ainda ser empregado como fertilizante orgânico e como matéria-prima para a produção de papel, celulose, aglomerados e chapas de madeira. Recentemente, com o desenvolvimento de técnicas de hidrólise de compostos celulósicos, também têm sido feitos estudos para seu uso como substrato para a produção de álcool. Grãos – Os resíduos de grãos após a extração do amido têm sido utilizados, com sucesso, como complemento em dietas de suínos, aves, ovinos e gado. Esses resíduos são fonte de vitamina B e possuem um teor protéico relativamente alto. Uso das leveduras As leveduras secas, provenientes da fermentação do álcool, constituem excelentes rações para animais, substituindo com vantagens o farelo de soja. Podem ser utilizadas também como fermento na indústria de panificação, farmacêutica e de bebidas

### **Novas tecnologias na produção de etanol combustível**

Grande parte da tecnologia de produção de etanol combustível foi desenvolvida há 30–40 anos. Entretanto, existem muitas pesquisas sendo

feitas, principalmente relacionadas à viabilização do uso de materiais celulósicos e resíduos agroindustriais como matérias-primas. De fato, nos processos utilizados atualmente, a matéria-prima chega a custar 40% do valor de produção do etanol. Dessa forma, o desenvolvimento de tecnologias adequadas para o uso de matérias primas mais baratas, como materiais lignocelulósicos, será uma contribuição significativa na redução dos custos de produção e maior universalização do uso de etanol combustível. A seguir, serão descritas algumas dessas novas tecnologias.

O álcool é conhecido há muito tempo, sendo, talvez, o mais antigo produto obtido pela biotecnologia tradicional. Em suas aplicações incluem-se o álcool potável, químico e combustível. De fato, carros abastecidos com etanol foram planejados por Henry Ford já na década de 1880, quando ele desenvolveu seu primeiro modelo, Ts, que funcionava com etanol feito de milho. Entretanto, no século 20, os combustíveis derivados de petróleo, chamados "combustíveis fósseis", apareceram e rapidamente dominaram o mercado. Os preços menores de combustíveis persistiram por bastante tempo, até a crise do petróleo, na década de 1970. Essa crise realçou a importância do uso de fontes alternativas de energia, entre elas o etanol.

Além da questão econômica, sob o ponto de vista ambiental, são pacificamente reconhecidas as vantagens do álcool, seja quando empregado isoladamente sob a forma de álcool hidratado, seja quando misturado à gasolina sob forma de álcool anidro. Em ambos os casos, apresenta imensa vantagem de reduzir a emissão de monóxido de carbono e de dispensar o emprego do chumbo tetraetila como aditivo, um dos elementos mais tóxicos no ar das grandes cidades. Graças ao álcool, o Brasil não contribui para o aumento do efeito estufa e foi o primeiro país a se livrar do chumbo tetraetila. Além dessa vantagem, o álcool combustível propicia redução na emissão de poluentes primários e também redução considerável nas chamadas emissões poluidoras reativas. Em termos gerais, portanto, o álcool gera uma energia cada vez mais "limpa", característica invejável e cada vez mais atrativa num mundo onde cresce a preocupação com o total de poluentes emitidos.

### **Enzimas imobilizadas**

Uma das mais importantes áreas de pesquisa atualmente trata do uso de enzimas na conversão de amido e celulose em açúcares fermentescíveis. Como já discutido neste trabalho, o uso de enzimas traz uma alta conversão, operação relativamente simples e baixo consumo de energia. Entretanto, as enzimas são caras e extremamente sensíveis, além do que, com a tecnologia atualmente usada, são misturadas no caldo e não podem ser recuperadas para reutilização. Uma solução que tem sido estudada envolve a imobilização de enzimas, isto é, "prendê-las" em um substrato inerte. Como resultado, após a conversão, o caldo poderia ser filtrado, e as enzimas recuperadas e usadas novamente, levando a considerável economia.

**lignocelulósicos.** Nesse método, a biomassa moída é tratada com vapor saturado a alta pressão seguido por uma redução abrupta da pressão, o que faz o material entrar em decompressão explosiva. A explosão a vapor é normalmente operada a temperaturas iniciais entre 160o C–260o C (correspondendo a pressões entre 0,69–4,83 MPa) por alguns segundos, e, então, o material é exposto a pressão atmosférica. Com esse método pode-se ter uma alta eficiência na conversão da celulose. As limitações desse método incluem a destruição da fração de xilana, disrupção incompleta da matriz lignina-carboidrato e geração de compostos que podem ser inibidores do crescimento do microrganismo. Sacarificação e fermentação simultâneas Nesse processo, as enzimas que transformarão a lignocelulose em açúcares fermentescíveis e o microrganismo que vai fermentar o material são adicionados simultaneamente no mesmo reator, à medida que a lignocelulose é transformada em açúcares de cadeia curta pelas enzimas, estes são transformados em etanol pelo microrganismo. Esse processo aumenta a conversão de etanol pela diminuição da produção de compostos inibidores do crescimento dos microrganismos, assim como elimina a necessidade de dois reatores diferentes para a sacarificação (conversão de lignocelulose em açúcares de cadeia curta) e fermentação. Ademais, a maior limitação do processo ocorre pelas diferentes temperaturas ótimas de sacarificação (50oC) e fermentação (35o C). Além disso, o etanol produzido pode exercer alguma inibição no processo de sacarificaç

consideracao final

Além da questão econômica, sob o ponto de vista ambiental, são pacificamente reconhecidas as vantagens do álcool, seja quando empregado isoladamente sob a forma de álcool hidratado, seja quando misturado à gasolina sob forma de álcool anidro. Em ambos os casos, apresenta imensa vantagem de reduzir a emissão de monóxido de carbono e de dispensar o emprego do chumbo tetraetila como aditivo, um dos elementos mais tóxicos no ar das grandes cidades. Graças ao álcool, o Brasil não contribuiu para o aumento do efeito estufa e foi o primeiro país a se livrar do chumbo tetraetila. Além dessa vantagem, o álcool combustível propicia redução na emissão de poluentes primários e também redução considerável nas chamadas emissões poluidoras reativas. Em termos gerais, portanto, o álcool gera uma energia cada vez mais “limpa”, característica invejável e cada vez mais atrativa num mundo onde cresce a preocupação com o total de poluentes emitidos

Alguns países já criaram impostos sobre a emissão de CO<sub>2</sub>. Uma série de mecanismos permitirá que as quantias arrecadadas sejam investidas em projetos que contribuam para diminuir o total de gás emitido. O álcool, pela sua contribuição positiva à questão ambiental, poderá ser beneficiado por mecanismos semelhantes. As tecnologias em uso atualmente para a produção de etanol são baseadas em culturas vegetais, utilizando-se substratos como cana-de-açúcar e amido de milho. Por serem matérias-primas alimentares, e que precisam de manejo agrícola, esses materiais podem representar até 40% do custo de produção do etanol. Dessa forma, a completa utilização da tecnologia existente e os novos desenvolvimentos, principalmente no tocante ao uso de materiais lignocelulósicos como matéria-prima, tornarão a produção de etanol muito mais econômica e promissora em um futuro próximo.

Referências

BNDES. Documento de base para discussão sobre um programa de ampliação da produção de álcool no Brasil com vistas à exportação. 2003. Disponível em: . Acesso em: 05 nov. 2006

GOLDEMBERG, J. E MACEDO, I. Brazilian Alcohol Program: an overview. Energy for Sustainable Development, [S.l.] n. 1, p. 17-22, 1994.

IBGE. Levantamento sistemático da produção agrícola. Disponível em: . Acesso: 15 out. 2006 LEONEL, M.; CEREDA, M. P. Physicochemical characterization of some starchy tubers. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, SP, v. 22, n. 1, p. 65- 69, 2002.

SUN,Y.; CHENG, J. Hydrolysis of lignocellulosic materials for ethanol production: a review. Bioresource Technology, Essex, v. 83, n. 1, p. 1-11, 2002

[https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/121716/1/Paginasdepola\\_gr0320062p.6478.pdf](https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/121716/1/Paginasdepola_gr0320062p.6478.pdf)

## Anexos

fluxogramas álcool mandioca - Pesquisa Google  
[@ufrngpec](https://www.google.com.br/search?q=fluxogramas+%C3%A1lcool+mandioca&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjW0v3t-vbZAhWlvJAKHU6aCPkQ_AUICigB&biw=1366&bih=629)

## Process de producao de alcool

- 
- [Produção de Cachaça](#) Universidade Federal de Santa Catarina Centro Tecnológico Departamento de Engenharia Química e de Alimentos Engenharia Bioquímica ...
- [Processo de Limpeza e Preparo da Cana](#) Extração do caldo, alimentação e lavagem de cana O primeiro equipamento - a mesa alimentadora - recebe as cargas de cana do estoque, ou ...

## Pro Alcool :Fundamentos de tecnologia de processos

- [Produção de álcool](#)
- O processo de produção do álcool consiste nas seguintes etapas: - O caldo misto extraído das três moendas é enviado a um tanque de onde s...
- [Levedura Seca](#) Levedura Seca Levedura A levedura *Saccharomyces cerevisiae* é utilizada na indústria de alimentos e bebidas em diversas formas. Em forma...
- [Processo de produção do açúcar](#)A refinaria de açúcar é uma unidade de operação que pode existir independente de ser anexa ou não a uma unidade produtora de açúcar ou de...
- [Técnico em Açúcar e Álcool - Postado por Jessie](#)<http://mineirasemfreio.blogspot.com>  
<http://aacefetuberaba.spaces.live.com/> Ano passado, eu conclui o curso Técnico em Açúcar e Álcool e ...
- [Fluxograma do Processo Industrial da Cana](#)
- [Caldo de cana: energético poderoso, saudável e natural](#)Nestes tempos de biocombustível pra cá, biocombustível pra lá, que tal você também adotar o caldo de cana como biocombustível? Neste caso, o...
- ["MELHORAMENTO GENÉTICO E MAPEAMENTO DA CANA-DE-AÇÚCAR"](#)A cana-de-açúcar é uma espécie vegetal de grande importância para a agricultura brasileira e mundial. Segundo Daniels e Roach (1987), trata...
- [Fluxograma de Produção da Cachaça](#)