

O PROCESSO MELLE-BOINOT DE FERMENTAÇÃO NA SOCIEDADE DE USINAS DE AÇÚCAR BRASILEIRA, DE PIRACICABA

Octavio Valsechi

*Assistente da 8.a Cadeira
(Tecnologia Agrícola)*

ÍNDICE

Sala de fermentação	140	Contrôle das fermentações	153
Preparo do mosto	142	Contrôle da fabricação	153
Mosto de melaço	142	Boletim Diario	153
Medição do melaço	144	Boletim quinzenal	153
Mosto de caldo de cana	145	Bibliografia	154
Processo de fermentação	146		

A Sociedade de Usinas de Açúcar Brasileira de Piracicaba é, sem dúvida alguma, dentre outras, uma indústria digna da projeção que tem nos meios açucareiros e alcooleiros de São Paulo e do Brasil. Suas primorosas instalações e o rigorismo técnico seguido nos processos de fabricação, são motivo de justo orgulho à nossa indústria e, uma verdadeira escola para aqueles que desejam aprender para produzir. Foi justamente visando este último desideratum que resolvi fazer um pequeno estágio na sua ótima secção de fermentação. Do que aprendi, este trabalho representa uma parcela que desejo, seja útil aos interessados e estudiosos da indústria alcooleira.

SALA DE FERMENTAÇÃO: — Numa destilaria, a sala de fermentação constitui uma das dependências mais importantes, pois que de suas características depende, em grande parte, o bom ou mau rendimento em álcool. Pois bem, a sala de fermentação da S. U. A. B. de Piracicaba, constitui um ambiente, por assim dizer, quase que ideal. Realmente, trata-se de uma sala por demais ampla, servida por água e luz elétrica, à vontade, para que se possa mantê-la dentro das mais rigorosas condições de higiene, o que constitui condição "sine qua non" para fermentações sadias.

As suas paredes laterais são espessas, o que garante uma temperatura interna mais ou menos constante, ainda que fora, variações bruscas possam ocorrer. Além disso, essas paredes possuem um revestimento interno liso e resistente que permite reiteradas lavagens com o objetivo de manter assético o ambiente. Visando um perfeito arejamento da sala, além de diversas janelas com vitrais em venezianas, nota-se na parte mais alta das paredes laterais um sistema contínuo de persianas. Tem-se assim um perfeito controle da ventilação, sem formação de correntes de ar que viriam determinar repentinas mudanças de temperatura, contrariando, sem dúvida, a marcha normal da fermentação alcoólica. Na parte inferior das paredes laterais, contrariando a indicação dos bons autores, não se notam respiros para a remoção do anidrido carbônico, o qual, como se sabe, acumula-se sobretudo, por sua densidade, nas partes mais baixas. Este anidrido, além de contrariar a boa marcha da fermentação, quando em excesso, constitui um sério perigo para os operários que trabalham nesta parte da destilaria. Esta falta aparente é, entretanto, compensada de sobejo, por aparelhos captadores dos gases que se formam sobre as dornas de fermentação.

Além destas características a sala de fermentação apresenta-se bastante alta, deixando entre o teto e a parte superior livre das dornas principais, um vão muito grande. Assim sendo, a fermentação não sofre influência do calor radiante e as perdas por evaporação tornam-se mínimas.

O piso da sala é revestido com uma camada de cimento muito "bem queimado" o que evita a formação de poças d'água ou de líquidos açucarados que iriam constituir permanentes focos de infecção. Possui ainda, uma declividade que facilita o escoamento das águas de lavagem e refrigeração para o centro da sala. Essas águas vão cair numa canaleta de pequena profundidade, rasgada no sentido do maior comprimento da sala. Pela declividade que ela apresenta, dá perfeita vasão pa-

ra fora da sala à água que cai sobre o piso. Essa canaletta é recoberta por um gradil de ferro redondo (1) desmontável em pequenos quadros, o que facilita sobremodo a limpeza e a remoção de qualquer objeto que, por ventura, possa entupí-la.

Abaixo 1 metro da superfície livre das dornas principais, existe um piso (2) de ferro, em forma de gradil, também, desmontável em pequenos quadros, assentados sobre ferro-cantoneira. Um piso deste tipo apresenta a vantagem de ser facilmente lavado, não acumulando focos de infecção, facilitando por sua desmontabilidade qualquer reparo que se tenha de fazer, externamente, nas dornas de fermentação. O acesso a este piso é dado por duas escadas de ferro, uma de cada lado, no sentido do maior comprimento da sala.

As dornas principais de fermentação (3) estão colocadas paralelamente em duas séries de seis, equidistantes, deixando um espaço livre em tôdo a sua volta. Tratam-se de dornas de ferro cilíndricas, com pequena inclinação para uma abertura lateral, por onde se dá a descarga. Na parte superior externa da dorna, nota-se um cano (4) de três polegadas perfurado (furos voltados contra as paredes da dorna) por onde circula água para refrigeração. A capacidade de cada dorna é de 42.000 litros, sendo que o seu raio é menor do que a metade da altura. Este pormenor, em país de clima tropical como é o nosso, constituiu grande vantagem por expôr uma pequena superfície do mosto ao ar, resultando daí menores probabilidades de infecção e menor perda de álcool por evaporação, por projeção mecânica e por oxidação. Essas dornas se assentam sobre bases de ferro (5), estando a 65 cms. acima do nível do solo. Se esta distância fôsse um pouco maior, 1 metro por exemplo, qualquer inspeção, limpeza ou reparo no fundo externo da dorna seria facultado sem o menor incômodo.

As dornas são abertas, portanto, de custo aquisitivo menor e de mais fácil limpeza. Apresenta no entanto a desvantagem de mais fácil infecção e de maior perda de álcool arrastado com CO₂ e por evaporação. Além disso o aproveitamento integral do gás carbônico, nestas condições não é possível. Não sabemos qual a razão porque a maioria de nossas destilarias descarta do aproveitamento deste sub-produto que, por si só e, com sobras, pagaria tôda mão de obra para o fabrico do álcool. Os perigos acima citados de infecção e perda de álcool por arrastamento e evaporação, são em parte minorados, em primeiro lugar porque aqui se usa o processo Melle de fermentação (menores riscos de infecção) e, em segundo lugar, porque na

parte superior e central de cada dorna existe um disco em forma de chapéu ligado a uma bomba de vácuo que aspira os gases desprendidos, para recuperação do álcool. Esses gases passam por um aparelho contendo carvão ativo (Acticarbhone) que adsorve os vapores de álcool. Uma corrente de vapor arrasta depois o álcool adsorvido pelo carvão, ficando este de novo apto à nova adsorção. Trata-se de um processo de larga aplicação e de ótimos resultados, comparado com o processo de recuperação que se costuma fazer, lavando os vapores captados em água. Enquanto que naquêlê processo o rendimento aumenta de 0,5 a 1,5 litros, por 100 litros de álcool fabricado, neste último processo, a recuperação, que é apenas parcial, varia de 0,4 a 0,7%.

A um nível pouco superior às dornas de fermentação, mas cobrindo apenas partes de sua projeção, encontramos um outro piso, cujo acesso é dado por escadas de ferro. Neste piso notam-se 3 dornas (6) cilíndricas, com capacidade de 10.400 litros cada uma, munidas de agitadores mecânicos especiais. Acima dêste piso, quase no mesmo plano vertical, encontramos um outro, no qual notam-se principalmente, 4 tanques (7) cilíndricos de 8.000 litros de capacidade cada um, munidos de agitadores mecânicos, onde se prepara o mosto; notam-se mais duas centrífugas (8) Laval, situadas no mesmo plano, uma atrás da outra, e u'a mesinha para análises rápidas do mosto. Em nível superior, ainda encontramos vários tanques para depósito de mel (9), caldo de cana (10), vinho a turbinar (11), etc.. Ligando as dornas, os agitadores, os diluidores, os tanques de depósito, as centrífugas, etc., existe um perfeito entrosamento de canalizações fechadas e susceptíveis de esterilização com o vapor.

O teto da sala é coberto lateralmente por telhas de alvenaria e centralmente por telhas de vidro, o que a torna clara e com aspecto de maior amplitude. A luz é um elemento utilíssimo na sala de fermentação, por ser nociva aos germens que nela existem em profusão.

Resumindo, esta sala de fermentação apresenta o melhor dos bons aspectos onde as condições de higiene têm império absoluto.

PREPARO DO MOSTO: — Nesta usina a matéria prima é quase sempre o mel final proveniente da turbinção dos açúcares; às vezes, entretanto, por conveniência de fabricação, usa-se diretamente caldo de cana (caldo secundário). Vejamos como se procede num ou noutro caso.

mel final vem ter a depósitos especiais de ferro, abertos, em número de seis, e com capacidade de 20.000 litros cada, situados numa sala coberta. Uma vez cheio cada depósito, tira-se uma amostra média que vai diretamente ao laboratório para as devidas análises (Brix, Pêso específico, Sacarose real e aparente, Açúcares redutores, Açúcares totais, Pureza, Coeficiente glucósico e salino, Acidez, etc.). Feitas estas análises, pelos seus dados, calcula-se a que densidade se deve deixar o mosto, para que o mesmo contenha uma porcentagem boa de açúcares totais para fermentação. Esta concentração corresponde, no caso presente a um Brix que varia de 18 a 28 graus. Calcula-se também qual deverá ser a quantidade de ácido sulfúrico a ser empregada para que o mosto fique com um pH próximo de 4,5 ou com uma acidez de 1,800 grs. o/oo de H_2SO_4 aproximadamente. A finalidade deste ácido, segundo Boullanger, é desalojar os ácidos orgânicos do mosto, que favorecem o trabalho de levedura alcoólica e dificultam o dos fermentos secundários. Além disso facilita a transformação da sacarose em açúcar diretamente fermentável.

De posse destes dados o encarregado do serviço manda que se inicie o preparo do mosto, que deverá ter, por exemplo, as seguintes características: Brix = 20°, acidez = 1,800 grs. de H_2SO_4 o/oo .

Esta operação é iniciada pondo-se em marcha uma bomba de recalque que envia o meloço para a parte mais alta da destilatória, num depósito de ferro, aberto, munido de indicador de nível. Concomitantemente, abre-se uma torneira que dá vazão à água para os tanques diluidores que, como vimos, são em número de 4, cilíndricos, de ferro e munidos de agitadores mecânicos. Recebem água até uma determinada altura, indicada por uma tabela especial. Determinada a quantidade de água necessária, põem-se os agitadores em movimento e deixa-se, abrindo uma torneira, escorrer o meloço. Verifica-se de tempos a tempos a graduação do mosto por meio de uma proveta e de um areômetro Brix. Quando o mosto está prestes a atingir a concentração desejada, coloca-se sobre o mesmo uma quantidade calculada de ácido sulfúrico e termina-se a preparação do mosto. Em seguida, o operário, para o controle da fabricação, determina exatamente o Brix, fazendo correção para a temperatura e para a diluição. Anota também a acidez, expressa em pH, (aparelho de Hellige) e a acidez total expressa em gramas de ácido sulfúrico por litro. Esta última é determinada, praticamente, num calcímetro. Todos esses dados são anotados no "livro de mosto".

A carga de cada três diluidores irá constituir o mosto de cada dorna principal de fermentação. O Brix e a acidez desse mosto será a média dos resultados correspondentes achados nos três diluidores. Para outros dados, tira-se dos três diluidores uma quantidade igual de mosto, que reunida numa amostra única será enviada ao laboratório. A quantidade de mosto, de cada dorna, é calculada volumetricamente, em cada dorna principal, após fermentação.

Antes de prosseguirmos, vamos fazer algumas considerações a respeito da medição da matéria prima, para efeito de controle. Para tanto, damos a palavra a Paul Pierre Verghnaud, sub-diretor de fermentação das Usinas de Melle.

“Medição do Melaço : — O melhor método é evidentemente a pesagem do melaço antes da diluição. Esta pode efetuar-se quer diretamente por meio de balanças, quer pela utilização de aparelhos (pneumercator) indicando a pressão de um tanque medidor. A medição direta do volume é tão incerta que não pode ter grande valor.

A maior parte dos técnicos determinam de um lado o Brix de uma amostra média de melaços trabalhados, de outro lado o Brix aparente e o volume dos mostos preparados e com estes dados deduzem pelo cálculo o peso do melaço entrado em fabricação. Este método é exato mediante algumas precauções.

1.º É indispensável que o Brix aparente dos mostos e dos melaços seja determinado nas mesmas condições de diluição, ou então o Brix dos mostos deverá sofrer uma correção correspondente ao erro da diluição.

Por exemplo temos constatado os seguintes valores para o mesmo melaço progressivamente diluído :

Diluição	Brix aparente da diluição	Brix aparente calculado para o melaço	Diferença sobre o Brix da diluição	Erro %
A 50%	40,24	80,48	—	—
B 25%	20,41	81,64	+0,29	1,45
C 12,5%	10,48	83,84	+0,42	4,2

Tais diferenças poderiam evidentemente variar segundo a qualidade do melaço e da água empregada.

2.º O Brix do mosto deveria ser determinado para cada tanque de diluição ou sobre uma amostra média obtida de todos os tanques e adicionada de um antisséptico como o bicloreto de mercúrio que não poderá influenciar as determinações subse-

qüentes. Da tomada de amostras, como da conservação, deve ser encarregada pessoa de confiança.

3.º) É indispensável submeter a uma correção o Brix médio de mostos para compensar a adição de substâncias estranhas ao melaço como o ácido sulfúrico.

No caso dêste, convém notar que uma grama de ácido por litro de mosto eleva o Brix de 0,14.

4.º) A medição do volume do mosto deverá ser feita em tanques de diluição. Tomando por base o volume de vinho fermentado, medido nas cubas de fermentação, êste deverá ser aumentado da diferença entre os volumes antes e após fermentação, a qual é aproximadamente de 1%.”

Procurando confirmar os números achados pelo autor citado, em relação ao erro da diluição do melaço, achamos os seguintes números :

Diluição	Brix aparente da diluição	Brix aparente calculado para o melaço	Diferença sobre o Brix da diluição	Erro %
A 50%	42,71	85,42	—	—
A 25%	21,55	86,20	+0,195	0,975
C 12,5%	11,02	88,16	+0,3425	3,425

Os erros variaram, naturalmente, por ser outra a qualidade do melaço e da água empregada.

Do exposto conclue-se que o contrôle do melaço entrado para a fabricação, se bem que apresente alguns senões, como falta diária de correção para a adição de ácido sulfúrico e da medição na dorna após fermentação, é bem feito por tratarem-se de erros que se compensam.

MOSTO DE CALDO DE CANA : — Raras vêzes por conveniências de fabricação, usa-se dirêtamente o caldo de cana no preparo dos mostos. Este caldo, ora constitue dirêtamente o mosto, ora é empregado em lugar da água como diluente do melaço. Em ambos os casos, o caldo vem esterilizado da usina de açúcar, passando na sala de fermentação por um sistema de refrigeração até atingir 20-30°C. Em seguida é acidificado até pH 4,5 com ácido sulfúrico e vai para as dornas principais de fermentação.

Como não tivemos oportunidade de presenciar esta preparação, enquanto fazíamos nosso estágio, deixamos de fazer qualquer comentário a respeito.

Processo de Fermentação (Recuperação da Levedura, Patente das Usinas de Melle).

Este processo de fermentação é diametralmente oposto a todos os outros já conhecidos e até agora usados. Enquanto que nestes visa-se a maior multiplicação possível da levedura, naquêle o que se procura é justamente impedir a proliferação e, isto consegue-se recuperando o lêvedo duma fermentação anterior para empregá-lo numa posterior. Sabe-se do estudo da fermentação alcoólica que ela divide-se em 3 fases: a pré, a principal e a post-fermentação. Pois bem, o processo de Melle, que constitui o que há de melhor em matéria de fermentação, visa, precisamente, anular ou pelo menos tornar a menor possível esta fase que, como se sabe, caracteriza-se pela multiplicação da levedura. Isto torna-se possível, aplicando-se ao processo de fermentação os estudos de Brown, que demonstram que as leveduras não se multiplicam em mostos açucarados senão até certos limites. Se num mosto açucarado, introduz-se uma quantidade de levedura que exceda êsse limite — número limite de Brown — não haverá mais multiplicação. Praticamente, o pêso da levedura prensada não deve exceder de 1/5 aproximadamente ao pêso do açúcar que se deseja fermentar.

De posse dêsses conhecimentos e, sabendo-se agora, pelas demonstrações de Pasteur e Duclaux, que para haver formação de 1 grama de matéria sêca de levedura, há necessidade, dentre outras, de 1,5 a 2 gramas de sacarose, e que numa boa fermentação há em média 3 grs. de substância sêca de levedura, conclue-se que se num mosto açucarado coloca-se de início uma grande quantidade de levedura, capaz de atingir o número limite de Brown, faz-se uma economia de 4,5 a 6 grs. de sacarose por litro de mosto. Evidentemente êste açúcar assim economisado será aproveitado para o seu desdobramento em álcool, aumentando o rendimento dêste. Nestas condições, ultrapassa-se com facilidade o rendimento teórico da fermentação, que é de 64,31 litros de álcool a 100° por 100 quilos de sacarose.

Ao estudarmos a execução prática na S. U. A. B. de Piracaba, dêsse processo iremos fazendo paralelos entre esta e o que nos ensinam os técnicos das Usinas Melle. Segundo êstes, qualquer usina que possua dornas de ferro, susceptíveis de refrigeração, pode fazer uso dêste processo e a sua execução será assim feita:

Quando se vai iniciar a fermentação, preparam-se 2 a 3

pés de cuba, utilizando-se para isto de 1 fermento prensado qualquer, como por exemplo o Fleischman do comércio. Num recipiente (balde, tambor de gasolina, etc.) bem limpo, com a mão faz-se uma suspensão do fermento prensado em água, na razão de 50 gramas por litro de mosto a fermentar. Esta suspensão irá para uma pequena dorna — servem para o caso os próprios diluidores de melaço — onde será alimentada com mosto diluído a 14-18 Brix (8-10 Bé) acidificado até pH 4-5. Não há necessidade de esterilização do mosto. Quando a concentração cair da metade, isto é, quando o Brix baixar para 7-9° (4-5 Bé), passa-se o conjunto aos préfermentadores e alimenta-se-os com mosto a 18-21 Brix (10-12 Bé) corrigido com ácido sulfúrico até pH 4-5 e não esterilizado com um volume 5 vezes maior do que o inicial. Espera-se este ponto, porque aí a fermentação atinge o ótimo em que as leveduras alcançam o máximo de multiplicação e de atividade. Novamente a concentração deve cair da metade, estando pronto o lêvedo que passará às dornas principais de fermentação onde será alimentado com mosto corrigido a pH 4-5 e diluído a 21-25 Brix (12-14 Bé) e também não esterilizado e com um volume 5 a 10 vezes maior do que o lêvedo preparado.

Pelo exposto nota-se que neste processo, o início é igual ao de qualquer outro sistema de fermentação. Apenas não há o cuidado da esterilização dos mostos que vão alimentar a formação dos lêvedos, isto porque, se qualquer infecção ocorrer, ela será eliminada daqui para diante, como veremos com o decorrer do processo, que é completamente diferente de tudo quanto se conhece em matéria de fermentação. Deixa-se morrer a fermentação, isto é, a concentração do mosto cair ao mínimo possível. Neste ponto, vai-se fazer a recuperação da levedura, o que se pode conseguir por 3 maneiras diferentes: por decantação, filtração ou centrifugação. Este último meio é o melhor sob todos os pontos de vista, por isso só dêle nos ocuparemos. Para tanto, por meio de uma bomba de recalque (1) envia-se o vinho para um depósito de espera (2), na parte mais alta da destilaria. Enquanto espera-se que este se encha, põem-se em movimento a centrífuga (3). Esta nada mais é do que uma desnatadeira de leite, com as características de ser robusta e simples. Em princípio ela deve compor-se de uma turbina de aço estanhado ou ferro inoxidável, que gira com frequência de 1.000 rotações por minuto. No seu interior está colocada uma série de discos cônicos. O vinho vai caindo num depósito especial, com camisa dupla em peneira; nestas condições há separação de qualquer impureza mais grosseira que por ventura

possa conter. Dêste depósito, passa para a turbina, penetrando nesta por um canal central, indo até ao fundo, de onde sobe então por 3 a 4 furos que estão em correspondência com outros tantos furos iguais, situados nos discos, formando dêste modo, canais. Entre estes discos há um espaço, em que o vinho é espalhado de maneira a formar uma camada muito fina. Por ação, agora, da força centrífuga, há separação de um lado, de vinho e mais bactérias e outras impurezas muito leves e de outro, de leveduras e algumas impurezas mais pesadas. Separadas estas duas camadas, uma, a mais pesada, pelo movimento giratório é impelida contra as paredes da periferia da turbina, razão pela qual é forçada a subir e, conseqüentemente, sair por um orifício que se corresponde com uma bica; a outra camada, a mais leve, sobe também, mas pelo centro da turbina, onde vai alcançar outro orifício que também corresponde com uma outra bica. Por estas duas bicas recolhe-se o vinho mais bactérias, de um lado, e o lêvedo que sai na forma de um líquido denso de côr creme, por outro lado. O vinho é recolhido numa dorna de espera (4) de onde seguirá para a destilação e o lêvedo cai num ou dois depósitos (5) de 1 metro cúbico, mais ou menos, onde é tratado com água e ácido sulfúrico até pH2. Por aí nota-se que há uma perfeita purificação das leveduras que ficam completamente expurgadas de bactérias e outros micro-organismos que as acompanhavam. Sendo, agora, essas leveduras tratadas com ácido sulfúrico até uma forte acidificação, haverá entre elas uma verdadeira seleção, pois que as células mais velhas, doentes, etc., são carbonizadas, só restando as jovens, fortes e sadias, capazes de ótimas fermentações. Além disso, o ácido sulfúrico pela sua ação acidificante, torna o meio desfavorável ao desenvolvimento de bactérias. Disto tudo, resulta que se pode utilizar para novas fermentações, mesmo a levedura proveniente de vinhos muito infeccionados, sem conseqüências graves para as novas fermentações. Este resultado é de real proveito na liquidação dos melaços velhos, mal conservados e completamente infeccionados.

O lêvedo assim preparado, passa para um pequeno mexedor (6), concomitantemente com mosto diluído a 21-25 Brix (12-14 Bé) corrigido até pH 4-5 e não esterilizado, vindo dos diluidores (7). Daí, o conjunto vai para uma dorna principal de fermentação (8) repetindo-se o ciclo.

Na S. U. A. B. de Piracicaba a marcha é mais ou menos idêntica. No início da safra, num tambor de gasolina, põe-se em suspensão 25 quilos de fermento Fleischman num "quan-

tum” suficiente de mosto a 18° Brix, corrigido a pH 4, 5 e não esterilizado. Em seguida passa-se todo o conteúdo para um tanque diluidor de melaço (capacidade 8.000 litros) alimentando-o com 500 litros de mosto nas mesmas condições anteriores. No fim de algum tempo, após a pré-fermentação, onde há intensiva multiplicação de células de levedura alcoólica, inicia-se a fermentação principal, que alcança o seu ótimo quando a concentração cai para 10 a 12 Brix, ao mesmo tempo que a temperatura começa a elevar-se. Passa-se então todo este pé para um outro mexedor (naquêle em que se prepara o lêvedo) e alimenta-se-o com mais 5.000 litros de mosto a 18 Brix e de pH = 4,5. Esta operação tem a principal finalidade de fazer baixar a temperatura e de proporcionar às células mais açúcar para nova multiplicação. Espera-se que finde a pré-fermentação e logo no início da principal arreia-se o conjunto para uma dorna principal de fermentação, que será alimentada com mais ou menos 24.000 litros do mesmo mosto anterior. Para enchimento de outras dornas principais procede-se a cortes quando a fermentação está na sua fase mais intensa. Cheias tôdas as dornas espera-se agora que as fermentações se processem completamente, dentro de uma temperatura que varia de 25 a 30° C. No término da fermentação, devido o melaço conter certa quantidade de açúcares infermentescíveis o Brix é de 4 a 6° (em mosto de caldo de cana o Brix cai a zero). Atingido este ponto, o operário mede, para contrôle, volumetricamente, o vinho e tira uma amostra para as devidas análises (grau alcoólico, açúcar infermentado, acidez etc.). Em seguida põe em movimento uma bomba de recalque que envia o vinho para um depósito na parte mais alta da destilaria. Nesse interim põe em movimento as centrifugas, que são em número de duas. Quando estas atingem a velocidade de 300 rotações por minuto, começa alimentá-las com água, até que a rotação vá a 600-700 por minuto. Fecha então a torneira de água e alimenta a centrifuga com vinho que aí vem ter por gravidade. Regulada a alimentação, o trabalho de vigilância torna-se mínimo e pode ser feito por qualquer menino. Em 3 horas turbina-se 36.000 litros de vinho. Dessa centrifugação resulta o vinho que vai ter a uma dorna de espera de onde é aspirado para a destilação. Por outro lado, resulta um líquido bastante denso, de côr creme, que é constituído pelas células de levedura alcoólica que vai cair, por gravidade, por uma canalização especial, a um dos tanques mexedores. Terminada a centrifugação, resultam uns 4.000 litros de leite de fermento (o contrôle é feito volumetricamente) ao qual se juntam mais uns 6.000 litros de água

(quantidade medida para contróle) e uns 20 litros de ácido sulfúrico comercial. Tiram-se amostras para contróle de acidez (pH de 2 a 2,8 ou, quando expressa em ácido sulfúrico de 2,6 a 4 grs. $^{\circ}/_{100}$). Deixa-se o conjunto descansar por umas 4 horas e alimenta-se-o, em seguida, com mosto de concentração que varia de 18 a 28 $^{\circ}$ Brix (esta concentração varia de acôrdo com a quantidade de açúcares totais do melaço e com o andamento das fermentações). Em poucos minutos nota-se o início da fermentação tumultuosa; passa-se então o conjunto para uma dorna principal e se a alimenta com o mosto anterior. Este ciclo repete-se assim continuamente durante tôda a safra.

Após a passagem do mosto, vinho ou lêvedo pelas canalizações, estas são esterilizadas com vapor. As dornas de fermentação e os tanques mexedores tôdas as vêzes que esvaziados, são muito bem lavados, o mesmo acontecendo às centrifugas após cada turbinagem. Dêsse processo resulta um sem número de vantagens, das quais as principais são:

1. $^{\circ}$) Máxima regularidade, simplicidade e economia nos trabalhos de fermentação. Esta vantagem evidencia-se, lembrando-nos de que na S. U. A. B. onde a produção é, em média de 16.000 litros diários de álcool absoluto, o número de operários da sala de fermentação reduz-se a 4 e mais um chefe, assim distribuídos: a) lavador de dornas e incumbido de refrigeração; b) preparador de mostos; c) preparador de lêvedos; d) centrifugador.

Êstes 4 operários dão conta de suas obrigações, folgadamente.

2. $^{\circ}$) **Segurança nos trabalhos de fermentação:** Com êste processo pode-se suspender o trabalho e voltar a pôr em marcha a fermentação, depois de paradas prolongadas. O concentrado de fermento pode ser conservado vários dias sem que diminua o seu poder de fermentação. Depois de paradas, que se podem prolongar até por uma semana, a destilaria volta à sua marcha normal em algumas horas.

3. $^{\circ}$) **Economia de sais nutritivos para as leveduras:** Se o que se visa neste processo é a menor proliferação possível da levedura alcoólica, é claro que não há necessidade aqui, do emprego de sais nutritivos. Disto resulta uma economia que irá, naturalmente, aumentar os lucros da produção.

4. $^{\circ}$) **Economia de combustível:** Como vimos, na execução dêste processo não há necessidade de esterilização dos mostos. Não se fazendo a esterilização haverá economia de vapor e, conseqüentemente, de combustível necessário a produzi-lo.

Desta vantagem resulta outra não menor que é a do menor preço do produto manufaturado.

5.º) Possibilidade de fabricação de álcool nas entre-safras: Isto é possível pelo fato de necessitar-se de vapor quase que exclusivamente para destilação.

6.º) Evita a preparação e a conservação de culturas puras no laboratório e dispensa os aparelhos de cultura pura: Dê-se fato resulta grande economia traduzida em tempo, dinheiro e preocupações.

7.º) As fermentações processam-se rapidamente (18 a 24 horas), aumentando consideravelmente a capacidade de produção das instalações. Esse aumento pode ser considerado de 20%.

8.º) Em consequência da vantagem anterior, o custo da instalação é diminuído.

9.º) Garantindo grande pureza das fermentações, oferece proteção contra os riscos de infecção ou contra os acidentes de fermentação, facultando daí, maior rendimento em álcool de bom gosto. Em ensaios comparativos de laboratório, tem-se notado uma diminuição na porcentagem de aldeídos, de ésteres e de alcóois superiores.

10.º) Conduz a um aumento de rendimento alcoólico: Esse aumento em engenhocas onde se processam fermentações espontâneas, em cubas de madeira, sem acidificação sulfúrica, pode atingir até 46%; em engenhos onde a fermentação é espontânea ou onde não se empregam levedos de cultura pura, em cubas de ferro, resfriadas e com acidificação sulfúrica, poderá atingir de 13 a 24%; finalmente, em usinas onde se praticam fermentações com leveduras puras, em cubas de ferro, resfriadas e com a acidificação sulfídrica, poderá ir da 7 a 11%

11.º) As colunas sujam-se menos: Uma vez que se trabalha unicamente com vinho claro, livre de fermentos, a probabilidade das colunas sujam-se diminui.

12.º) Pode-se trabalhar normalmente com mostos mais concentrados e sem a menor dificuldade. Esse aumento de concentração se traduz por um aumento no grau alcoólico do vinho, do que resultará aumento na produção diária da coluna destiladora e menores riscos de infecção (o álcool age como antiséptico).

Apesar de apresentar tôdas estas vantagens e mais outras que não foram citadas, por serem de menor importância, deste processo não resulta inconveniente algum e os que possam ocorrer, são meramente fictícios. Senão vejamos:

1.º) Se este processo impede a proliferação de células de levedura alcoólica, com o continuar das fermentações, estas irão ficando velhas e serão destruídas pelo ácido sulfúrico, chegando um momento em que não haverá mais levedo para a fermentação. Tal objeção teria valor, se o processo impedisse, realmente, toda e qualquer formação de novas células. Mas, não é bem isso que se dá, sempre há alguma multiplicação no começo da fermentação e durante ela. Esta multiplicação dá-se, naturalmente, para que possa haver substituição das células mortas, em obediência aos já citados estudos de Brown: num líquido açucarado só terá início o desdobramento do açúcar em álcool, quando o número de células de levedura haja atingido um determinado limite. Antes desse limite, as células multiplicam-se.

Nestas condições, o fermento alcoólico vai-se renovando paulatinamente sem que haja em cada fermentação grandes perdas de açúcar.

2.º) Grandes gastos de ácido sulfúrico: o emprêgo de ácido sulfúrico, já vimos, se faz tanto para os mostos como para o levedo. Nos casos comuns, os mostos são acidificados com ácido sulfúrico, portanto, por este lado não há aumento de despesas. Quanto ao ácido gasto para o levedo, é necessário que nos lembremos que nos processos de cultura pura, os mostos também são acidificados. Se aqui há algum gasto a mais, ele é regularmente compensado por outras economias que se fazem (ver vantagens do processo).

3.º) Despesas para a instalação do maquinário necessário ao processo.

Há aqui 2 casos a se considerar:

a) Destilaria já montada: neste caso tem-se que fazer algumas modificações nas instalações, além da compra de uma ou duas centrifugas. Estes gastos podem ser, em parte, cobertos pela venda de aparelhos de cultura pura. A outra parte, em pouco tempo será compensada pelo maior rendimento em álcool, maior capacidade de fermentação e pela economia de sais nutritivos, combustível, diminuição do número de operários, de dornas, etc.;

b) Destilaria a ser montada: neste caso o acréscimo de despesas é nulo, porquanto dispensa-se a compra de aparelhos de cultura pura, do refrigerante de mosto e de uma parte das cubas de fermentação.

Assim poderiam ser refutados um a um todos os inconvenientes apresentados contra este método.

Feitas estas considerações de ordem geral, continuemos com nossas observações, derivando-as agora, para os trabalhos de contróle.

Contrôle das fermentações: Diariamente, o chefe encarregado dos serviços controla ao microscópio o andamento de tôdas as fermentações e de todos os lêvedos oriundos de cada turbinação. Durante o nosso período de estágio, acompanhá-mos de perto estas observações e pudemos constatar que em cada lâmina, o número de fermentos secundários (bactérias) era praticamente nulo, sendo que as células de levedura mostravam-se numerosas, em dispersão uniforme e de constituição sadia e robusta, com um número muito pequeno de células mal conformadas e velhas. Quanto ao exame dos lêvedos, após acidificação, notava-se que o número de células velhas e de fermentos secundários era nulo, em favor de uma dispersão uniforme de células de protoplasma homogêneo, sem vacúolos e de membranas celular muito delgada, o que caracteriza células novas, sadias e bem alimentadas. Aliás, não tivemos oportunidade de constatar nos mostos em fermentação, nem um característico de fermentação láctica, butírica, acética ou de dextrânio, evidenciando, mais uma vez, a segurança do processo Melle de recuperação das leveduras, contra os riscos de infecção e de produção de desdobramentos secundários.

Contrôle de fabricação: O trabalho de contróle é sintetizado em duas espécies de boletins: o diário e o quinzenal. Examinemos cada um de per si:

Boletim diário: Neste, além da data e do número de ordem, anota-se o número das dornas fermentadas, com os respectivos volumes de vinho, leite (levedura) e água, e a soma total dos mesmos. Tem-se ainda o açúcar total dos mostos, o grau alcoólico médio de cada destilação, o volume de mosto trabalhado (sem o leite e a água dêste), o açúcar entrado, o álcool total, o álcool do leite, o álcool produzido e, finalmente, o rendimento dado em litros de álcool a 100° prduzido por 100 quilos de açúcares totais.

Boletim quinzenal: Este, como o anterior, traz o número de ordem, data, etc.. É dividido em várias secções:

a) Trata do resumo analítico concernente ao período em aprêço. Neste resumo são anotadas tôdas as análises do mel final, do mosto, da vinhaça, etc..

b) Em função dos dados acima vistos, avalia-se o rendi-

mento em álcool a 100% quilos de açúcar fermentado, % quilos de açúcares totais do melaço e % quilos de melaço.

c) São anotados os resultados industriais.

Nestas condições tem-se um perfeito contróle da fabricação, onde pode-se aquilatar dos bons ou maus rendimentos. Neste último caso, com facilidade pode o chefe de fabricação localizar as causas.

.

Não quero finalizar o presente trabalho sem antes deixar aqui consignados vários agradecimentos. O primeiro é ao meu estimado amigo e chefe — Dr. Jayme Rocha de Almeida, lente catédrico de Tecnologia Agrícola da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” de Piracicaba, da Universidade de São Paulo — pela orientação que imprimiu a estas notas. Em segundo lugar desejo agradecer à S. U. A. B. na pessoa de seu proveto gerente — Dr. Jean Balbaud — que nos pôs à disposição todos os dados e informações necessárias. Finalmente, quero agradecer ao Snr. Benedito Augusto Corrêa, encarregado da secção de fermentação que, com sua boa vontade, tudo fez para que o meu estágio tivesse um máximo de aproveitamento. O Snr. Benedito A. Corrêa é um rapaz muito digno do cargo que ocupa e da confiança que nele depositam seus chefes. A todos, pois, muito obrigado.

BIBLIOGRAFIA

- ALMEIDA, Jayme Rocha de — Alcool e Destilaria — 1940.
- BEHMER, Manoel L. Arruda — Industrialização da Manteiga e do Queijo — 1940.
- BOINOT, F — Melle Process of Alcoholic Fermentation — The International Sugar Journal — 1939.
- BOULLANGER, Eugéne — A Fermentação Alcoólica pelo processo de “Reprise” do Fermento — Brasil Açucareiro n.º 2 — 1943.
- MATOS, Anibal R. — Açúcar e Alcool no Brasil — 1942.
- NEVES, Luiz M. Baeta — Tecnologia da Fabricação do Alcool.
- VERGNAUD, Paul Pierre — A Fermentação Alcoólica dos melaços de cana e os processos modernos — Brasil Açucareiro n.º 2 — 1936.



