

No embalo das bolhas

Brasileiros e franceses mostram
que o champanhe borbulha
de quatro maneiras distintas

MARCOS PIVETTA

O espocar de um champanhe precede a fumarola que se derrama da garrafa, inebria o ambiente com seu perfume de brioche, leveduras, frutas brancas e nozes e anuncia o próximo movimento: verter a bebida dou- rada e nervosa numa taça estreita e alta, a *flûte* dos franceses, cujas bor- das são tomadas pela erupção de pequenas borbulhas que avançam sobre a superfície do líquido. Passados alguns instantes, a cortina de espuma que agitava a parte superior da *flûte* se desfaz quase por completo. Mas, das paredes inferiores do copo, continua a brotar a assinatura do mais famoso e imitado vinho, as bolhas de dióxido de carbono (CO₂), o popular gás carbônico, um dos dois sub- produtos da fermentação dos açúcares outrora presentes na bebida (o outro é o álcool). Servido na taça adequada, e desde que ninguém se atreva a tomá-lo, o champanhe mantém sua efervescência, ainda que de maneira decrescente, por até cinco horas, garantem alguns especialistas – um teste de resistência que raramente deve ter sido feito fora dos laboratórios de pesquisa. Aliás, é justamente

da área científica, não da gastronomia, que vem o relato de uma recente descoberta sobre a dinâmica de produção das pérolas gasosas da bebida: físicos brasileiros e franceses mostraram que o processo de formação das esferas de gás carbônico obedece a uma seqüência de diferentes ritmos de borbulha- mento em função da passagem do tempo. Enfim, desvendaram a matemática que embala os berçá- rios de bolhas do champanhe, ou quase isso.

Parece conversa fiada, mas o achado é sério – e requereu a análise de aproximadamente 16 mil bolhas de gás, provenientes de uma centena de garrafas de champanhe cedidas pela Moët & Chandon, o maior fabricante da bebida. Apesar de represen- tativa do que ocorre no tumultuoso interior do sa- boroso líquido, a amostra é uma fração ínfima do total estimado de bolhas contido numa única garrafa de 750 mililitros de espumante, da ordem de 20 milhões de unidades. Os resultados do trabalho, cuja parte experimental foi feita na França e cuja interpretação dos dados ficou a cargo dos brasilei- ros, saíram na edição de setembro da revista cien- tífica *Physical Review E*, publicada pela Sociedade Americana de Física. Os pesquisadores serviram champanhe a 20°C em taças (12 graus acima do re- comendado), filmaram e fotografaram com uma câmera ultra-rápida por meia hora as cadeias de bolhas que nasciam em certos pontos dos copos e,



por fim, estudaram as informações do experimento à procura de padrões que pudessem estar por trás da gênese das pílulas de efervescência. Encontraram. No mínimo, quatro regimes distintos de borbulhamento, que os físicos chamam de períodos, foram identificados. “Mas, em alguns casos, percebemos até sete períodos distintos”, comenta o físico Alberto Tufaile, da Universidade de São Paulo (USP), estudioso de sistemas caóticos em meios líquidos e um dos autores do trabalho. De qualquer forma, o relato formal dos pesquisadores deu conta, por ora, dos quatro principais padrões de borbulhamento do champanhe.

Inicialmente, assim que as taças recebem o líquido, as bolhas surgem aos pares, formam-se em grupos de duas em duas e dessa maneira ascendem até o topo; depois, aparecem de forma mais ou menos desordenada, em levas com um número variável de unidades, como se estivessem numa fase de transição; em seguida, originam-se em trios, em bandos de três em três; e, finalmente, brota apenas uma bolha de cada vez, num movimento tão monótono como o tique taque de um relógio (*veja imagens ao lado*). As oscilações no ritmo da efervescência nunca fogem a essa seqüência circular de regimes: depois do período em que fabrica uma esfera de gás carbônico por vez, o champanhe volta a gerar contagens gasosas em duplas e assim por diante. O tempo de duração de cada um desses quatro padrões de borbulhamento pode variar de alguns segundos — logo após a bebida ser colocada no copo, quando a quantidade de gás carbônico no espumante ainda é elevada e os regimes se sucedem em alta velocidade — a alguns minutos, à medida que os níveis de CO₂ no líquido vão se reduzindo. “Depois de aproximadamente 15 minutos que o champanhe foi servido numa taça, a quantidade de dióxido de carbono dissolvida na bebida é muito pequena para provocar mais alterações nos padrões de formação de bolhas”, afirma o físico Gérard-Liger-Belair, da Universidade de Reims Champagne-Ardenne, outro au-

tor do estudo e especialista em bolhas de champanhe e de outras bebidas carbonadas. Nos pontos do copo capazes de gerar as pílulas de gás carbônico, os tais berçários de efervescência, predomina então o regime de produção de uma bolha gerada por vez.

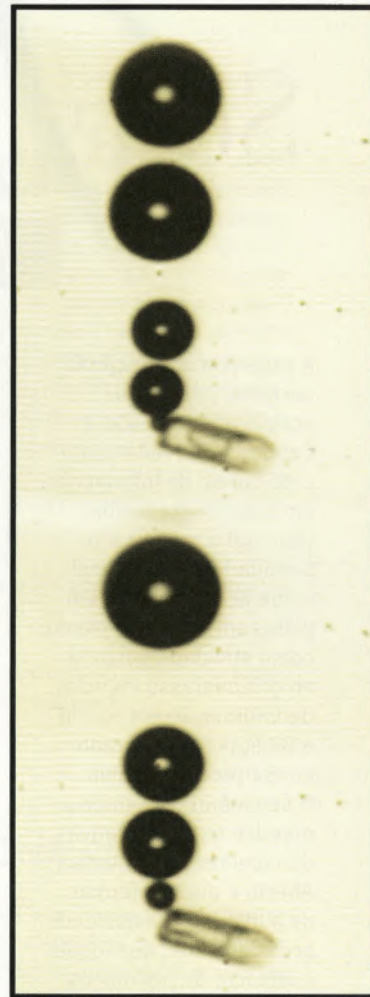
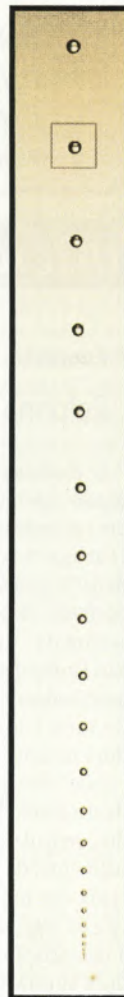
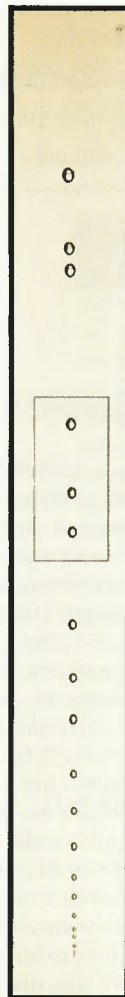
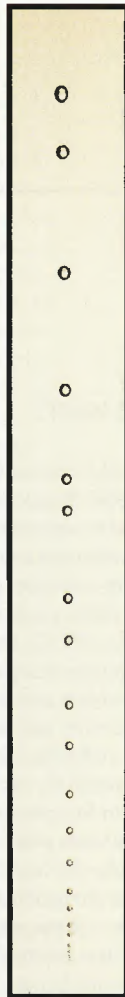
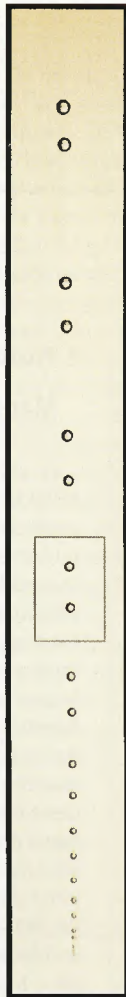
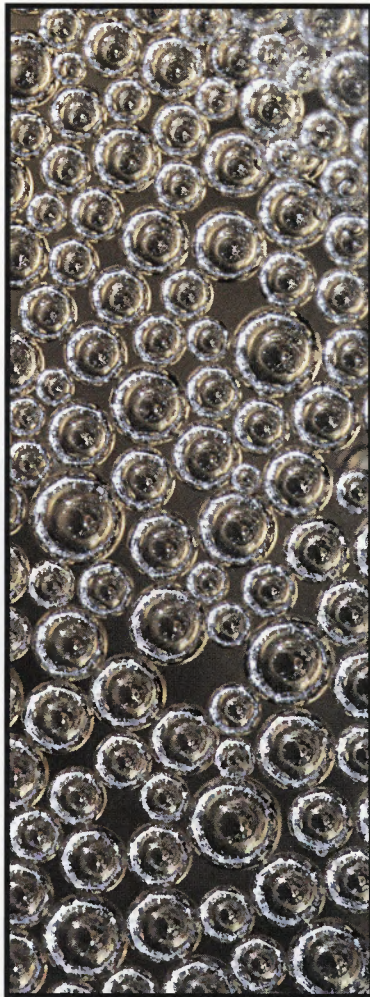


quando a diferença entre dois padrões sucessivos se resume ao acréscimo de apenas uma unidade no ritmo de produção do objeto em análise, os físicos descrevem esse fenômeno com o nome técnico de rota de adição de período. Também encontrado no movimento das ondas dos mares, nas respostas complexas de neurônios e em circuitos eletrônicos, para ficar em apenas alguns exemplos, a rota de adição de período indica, às vezes, que se está na ante-sala de um sistema caótico. No caso do champanhe, ainda não dá para afirmar se há ou não caos no processo de formação de bolhas. “Precisamos de mais dados para chegar a essa conclusão e de experimentos mais longos, nos quais possamos controlar a temperatura e a quantidade de dióxido de carbono dissolvido no champanhe, entre outros parâmetros”, pondera o físico José Carlos Sartorelli, da USP, que participou da análise do comportamento das borbulhas no vinho espumante. Aqui o termo caos, que na acepção popular é sinônimo de desordem e confusão, é empregado no sentido adotado por físicos e matemáticos: para designar sistemas dinâmicos não-lineares que, embora pareçam funcionar de forma aleatória, são regidos por alguns parâmetros e passíveis de certa previsibilidade, sobretudo nos momentos iniciais de seu funcionamento. Portanto, em poucas palavras, sistemas caóticos podem ser entendidos e, em alguma medida, controlados.

Compreender a dinâmica que leva a alterações no regime de produção de bolhas em meios fluidos ricos em gás, como é o caso dos vinhos espumantes

repletos de moléculas de CO₂, pode ser útil para o controle das mais diversas situações, muitas das quais sem nenhuma ligação com o mundo das bebidas fermentadas. O excesso de borbulhas em líquidos pode desencadear cenários de risco para animais e vegetais. Em plantas vasculares, o transporte de nutrientes pode ser interrompido devido ao surgimento de bolhas de gás no xilema, os tecidos que levam água da raiz para o resto do vegetal. “A principal causa de embolia em seres humanos (oclusão de um vaso sanguíneo por uma massa anormal de matéria proveniente de outra parte do corpo) também envolve a formação de bolhas a partir de líquidos supersaturados com gás dissolvido”, afirma Tufaile. “Uma embolia gasosa pode ainda acontecer em mergulhadores que retornam à superfície muito rapidamente depois de terem respirado o ar com alta pressão contido nos cilindros de mergulho.” Tragédias coletivas podem derivar de instabilidades provocadas em soluções líquidas que comportam muitos gases. Em agosto de 1986, um profundo lago do noroeste da República dos Camarões, o Nyos, que recobre a boca de um vulcão extinto e, por isso, recebe grande quantidade de dióxido de carbono em suas águas, expeliu uma nuvem desse gás e matou por asfixia 1.700 moradores dos arredores.

O sujinho das taças - Uma vez identificados os diferentes ritmos com que pulsa a produção de bolhas no champanhe, faltava ainda explicar que fatores provocavam a troca constante de regimes. Afinal, por que um berçário de bolhas no fundo do copo deixa de produzir esferas gasosas aos trios e passa, abruptamente, a originá-las de uma em uma? Belair esbarrou nesse mistério há alguns anos, mas só agora, com a ajuda dos brasileiros, conseguiu formular uma hipótese consistente sobre o fenômeno. E a explicação tem a ver com uma descoberta feita nesta década pelo próprio francês, que desconcertou muitos *gourmets*: as bolhas de vinhos espumantes nascem majoritariamente em pontos da parede do copo aos quais aderiram diminutas impurezas, em geral fibras cilíndricas de celulose de 100 micrometros, que ali chegaram vindas do ar ou são subprodutos de copos mal-lavados. Uma sujeirinha, inofensiva à saúde, é a



Os quatro regimes da efervescência: produção de esferas de CO_2 aos pares, de forma desordenada, aos tríos e de uma em uma. À direita, detalhe do nascimento das bolhas nas microfibras de celulose

matriz das nobres bolhas do campanhe. Até então, muita gente acreditava que as bolhas brotavam exclusivamente de imperfeições, riscos e saliências, nas taças — crença que levava restaurantes a riscar suas próprias *flûtes* na esperança de servir espumantes mais borbulhantes aos clientes. Tal gesto, dizem os cientistas, é tão ineficaz quanto enfiar o cabo de uma colher de chá no gargalo da garrafa para reter o gás da bebida.

Voltando ao papel das impurezas na gênese da efervescência, as microfibras de celulose são ocas por dentro e possuem uma ínfima cavidade em uma de suas extremidades por onde o CO_2 dissolvido no champanhe entra e sai. “Em razão da pressão, da temperatura e de outros parâmetros químicos do líquido, essas bolsas de gás funcionam como um motor e ditam os ritmos de produção das bolhas”, explica Tufaile. Quando o interior da fibra atinge seu limite de

armazenamento de gás por difusão, esferas de dióxido de carbono se desprendem da cavidade. Em um segundo, ou no máximo cinco, as bolhas atingem a superfície, não sem antes aumentar de diâmetro, visto que ganham mais gás em seu movimento de ascensão. E, agarradas a elas, sobem as moléculas que carregam os aromas típicos do champanhe, que delicia os consumidores.

Lenda e marketing - Entender e controlar o processo de formação das contas gasosas que dão vida aos espumantes é um desafio que o homem persegue desde o final do século 17, quando, reza a lenda (e o *marketing* dos produtores), d. Pierre Pérignon, monge beneditino da abadia de Hautvillers, pequena localidade da região de Champagne-Ardenne, “inventou” sem querer o primeiro vinho desse tipo, o champanhe. Embora não haja por ora nenhuma

comprovação científica de que os atributos de um espumante guardem alguma relação direta com as características de suas bolhas, degustadores profissionais interpretam a existência de pequenas, numerosas e duradouras borbulhas como um sinal de excelência. “Com certeza, é mais agradável aos olhos a presença de muitas bolhas diminutas num champanhe, mas não há conexão entre o tamanho das mesmas e a qualidade do produto”, esclarece Belair. A influência da taça é muito grande na efervescência de um espumante. “Já provei produtos de excelente qualidade que apresentavam poucas borbulhas e de diâmetro relativamente grande”, comenta o enólogo Mauro Celso Zanus, da Embrapa Uva e Vinho, de Bento Gonçalves, no Rio Grande do Sul. “Por isso é mais confiável avaliar a qualidade do espumante pela fineza e nitidez de seu aroma e paladar.”