

República Federativa do Brasil
Ministério do Desenvolvimento, Indústria
e do Comércio Exterior
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(21) **PI0904056-0 A2**

(22) Data de Depósito: 19/10/2009
(43) Data da Publicação: 03/11/2010
(RPI 2078)



(51) *Int.Cl.:*
A23L 2/54

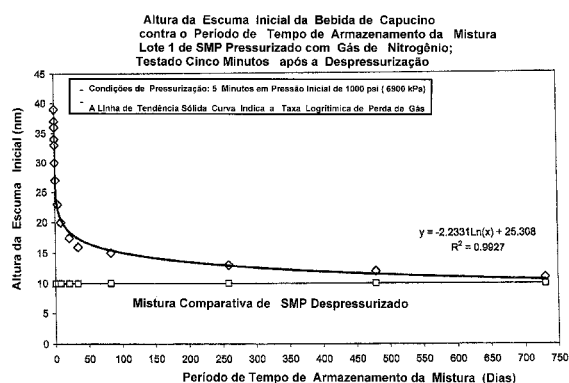
(54) Título: **COMPOSIÇÃO EM PARTÍCULAS DE EFUSÃO DE GÁS, E, MÉTODO PARA A MANUFATURA DA MESMA**

(30) Prioridade Unionista: 24/10/2008 US 12/257539

(73) Titular(es): Kraft Foods Global Brands LLC

(72) Inventor(es): Bary Lyn Zeller

(57) Resumo: COMPOSIÇÃO EM PARTÍCULAS DE EFUSÃO DE GÁS, E, MÉTODO PARA A MANUFATURA DA MESMA. São providas composições de efusão de gás, de um modo particular composições em partículas tendo gás pressurizado mantido dentro dos vazios internos abertos das mesmas, assim como métodos para a produção e o uso de tais composições.



“COMPOSIÇÃO EM PARTÍCULAS DE EFUSÃO DE GÁS, E, MÉTODO PARA A MANUFATURA DA MESMA”

Campo da Invenção

5 A presente invenção refere-se a composições de efusão de gás e, de um modo particular a composições em partículas de efusão de gás tendo gás pressurizado mantido dentro de vazios internos no interior das partículas, que é capaz de escapar, de um modo lento e controlável, através de passagens restritivas no interior das partículas, e a métodos para a produção e o uso destas composições. As composições de efusão de gás da presente invenção
10 podem ser usadas, por exemplo, como ingredientes de armazenamento e distribuição de gás solúvel, que fornecem espuma, escuma ou uma textura aerada quando eles são incorporados em produtos alimentícios ou de bebidas instantâneos e são reconstituídos com um líquido.

Fundamentos da Invenção

15 Um número de itens alimentícios preparados de um modo convencional incluem espuma ou espuma. Por exemplo, café capucino, milk shakes, e algumas sopas podem ter espuma ou espuma. Embora os itens alimentícios preparados de um convencional possam ser considerados como preferíveis por alguns consumidores, outros consumidores estão exigindo,
20 cada vez mais, a conveniência de alternativas alimentícias instantâneas preparadas pelo consumidor. De um modo a se ajustar às preferências dos consumidores, os fabricantes desenvolveram produtos alimentícios instantâneos, que proporcionam aos consumidores os produtos alimentícios que eles requerem a partir de um produto alimentício instantâneo conveniente,
25 através do desenvolvimento de itens alimentícios instantâneos, que possuem as mesmas ou características similares aos itens alimentícios preparados de um modo convencional. Um desafio para os fabricantes é o de como produzir um produto alimentício tendo espuma ou espuma a partir de um item alimentício instantâneo.

Uma solução anterior, usada para manufaturar um produto alimentício instantâneo, que possui escuma ou espuma, é através do uso de composições de formação de espuma em pó, que produzem espuma mediante a reconstituição em um líquido. As composições em pó, que formam espuma, tem sido usadas para conferir uma textura escumada ou espumada a uma ampla variedade de alimentos e bebidas. Por exemplo, as composições para a formação de espuma têm sido usadas para conferir tanto uma textura escumada ou espumada a um café capucino instantâneo e a outras misturas de café, a misturas de bebidas refrescantes instantâneas, a misturas de sopas instantâneas, a misturas de milk shakes instantâneas, a coberturas de sobremesas instantâneas, a molhos instantâneos, a cereais quentes ou frios, e os similares, quando combinados com água, leite, ou um outro líquido adequado.

Um método anterior para a manufatura de uma composição de formação de espuma é provido pela Patente U.S. Nº 6.713. 113, que expõe um método para a manufatura de um ingrediente de formação de espuma adequado em pó, que compreende uma matriz contendo carboidrato, proteína, e gás pressurizado retido produzido através do aquecimento da composição a acima da temperatura de transição vítrea, ao mesmo tempo em que o gás pressurizado é contatado em um vaso de pressão, e então resfriando-o subitamente, através da liberação rápida da pressão do gás ou de resfriamento, de um modo a reduzir a temperatura da composição a abaixo da temperatura de transição vítrea da composição e evitar a perda de gás pressurizado a partir dos poros fechados, presentes na matriz. O aquecimento da composição a acima da temperatura de transição vítrea pode, de um modo potencial, conduzir a reações que formam um tom castanho não- oxidativas Maillard), que podem afetar, de um modo adverso, a aparência , o aroma, e a vida em prateleira dos produtos alimentícios embalados. Além disso, o aquecimento de uma composição o interior de um vaso de pressão a acima de sua

temperatura de transição vítrea requer, de um modo típico, o uso de um equipamento altamente especializado, de períodos de tempo de processamento prolongados, e de energia substancial, todos os quais podem aumentar, de um modo adverso, os custos do equipamento e de manufatura e
5 diminuir, de um modo substancial, as velocidades de produção.

A Publicação Nº WO 2004/ 019699 expõe um outro processo para a manufatura de uma composição de formação de espuma, em que uma composição de proteína é submetida à gaseificação com gás pressurizado em um vaso de pressão, em uma temperatura acima da temperatura de transição
10 vítrea da composição, seguida pelo resfriamento súbito ou pelo resfriamento, de um modo a reduzir a temperatura da composição a abaixo da temperatura de transição vítrea e evitar a perda de gás pressurizado a partir dos poros fechados, presentes na matriz. A composição de formação de espuma contém, de um modo preferido, um carboidrato poliol ou um álcool de açúcar e a
15 composição de formação de espuma, que forma a base de todos os exemplos aqui expostos, contém carboidrato glicerol em um nível de 5%, em peso.

A Publicação de Pedido de Patente U. S. Nº 2003/ 0026836 expõe um método para a formação de comprimidos ou pós de substâncias farmacêuticas à base de carboidratos ou de alimentos, que inclui submeter os
20 comprimidos ou pós, que compreendem uma base de bebida, tal que café solúvel, um pó espumado, açúcar e um formador de creme, à pressão e à temperatura acima da temperatura de transição vítrea, de um modo a produzir um comprimido ou pó com solubilidade ou dispersabilidade aumentadas, em contato com a água. Em adição, é exposto um método, que promove a
25 dissolução ou a dispersão de um comprimido ou de um pó que não forma espuma, submetendo-se o comprimido ou pó ao gás pressurizado em uma temperatura acima da temperatura de transição vítrea, enquanto que em um vaso de pressão, seguido pelo resfriamento súbito ou pelo resfriamento efetivo, de um modo reduzir a temperatura a abaixo da temperatura de

transição vítrea, de um modo a que o gás pressurizado seja retido nos poros fechados no mesmo, de um modo a promover a dissolução ou a dispersão do comprimido ou pó quando do contato com a água.

As publicações de Pedido de Patente U.S. Nº 2006/ 0040033 e
5 2006/ 0040034 expõem métodos para a formação de uma composição de formação de espuma não- carboidrato e não-proteína, respectivamente, em que as partículas de proteína e de carboidrato, respectivamente, são pressurizadas com gás em um vaso de pressão, aquecido a uma temperatura acima da temperatura de transição vítrea, resfriado a abaixo da temperatura de
10 transição vítrea, e despressurizadas, de um modo efetivo a reter o gás pressurizado em uma pluralidade de vazios internos vedados, presentes nas partículas. Embora estes métodos possam prover as composições de formação de espuma isentas de carboidrato ou isentas de proteínas, que são menos suscetíveis à formação de um tom castanho e à formação de sabores
15 desagradáveis durante o processamento do que outras composições, que contêm tanto proteína como carboidrato, elas requerem o uso de um equipamento especializado, a aplicação de aquecimento e de resfriamento, e períodos de tempo de processamento longos.

A publicação de Pedido de Patente U.S. Nº 2006/ 0040023
20 expõe um método para a manufatura de composições de formação de espuma solúveis, tendo capacidade de formação de espuma aumentada, que compreendem partículas amorfas tendo gás sob pressão atmosférica retido nos vazios internos abertos das mesmas. O método envolve a aplicação de uma pressão de gás externa a uma composição secada por pulverização solúvel em
25 pó, que compreende partículas amorfas tendo vazios internos vagos e a despressurização da composição, de um modo tal que pelo menos uma porção dos vazios internos vagos da composição sejam abertos para a atmosfera e enchidos com gás sob pressão atmosférica. Embora o método possua vantagem de ser capaz de ser conduzido rapidamente sem o aquecimento ou o

resfriamento, ele não retém o gás pressurizado nas partículas, o que limita capacidade de formação de espuma da composição em relação àquelas manufaturadas, de acordo com métodos que retêm o gás pressurizado nos poros fechados ou nos vazios internos vedados.

5 Embora os métodos existentes possam ser usados para produzir alimentos que formam espuma e aditivos de bebidas, permanece uma necessidade quanto a um método para a produção de composições que formam espuma, que podem ser usadas para reter e para fornecer grandes quantidades de gás pressurizado, sem as desvantagens dos métodos correntes.

10 Por exemplo, os métodos existentes submetem as composições alvo a temperaturas elevadas, acima da temperatura de transição vítrea, que podem resultar em uma formação de um tom castanho na composição, e na produção de sabores desagradáveis. De um modo adicional, os métodos existentes fornecem uma composição com gás pressurizado retido nos poros fechados ou

15 em vazios internos vedados, e, embora o volume de gás pressurizado possa diminuir ao longo do tempo, tal que a partir do dano incorrido na composição durante o envio e a manipulação, do contato com a umidade em misturas de bebidas e em alimentos instantâneos, ou da exposição ao vapor d'água atmosférico, estas composições não podem ser manufaturas de um modo

20 simples e rápido, em uma grande escala, usando equipamento de pressurização convencional, sem a necessidade de que sejam conduzidos o aquecimento e o resfriamento. Além disso, as composições existentes não fornecem uma fonte convenientemente recarregável de gás pressurizado, de um modo especial após terem deixado a planta de manufatura.

25 A presente invenção pode ser usada de um modo a preencher estas necessidades, assim como outras necessidades e benefícios, tal como será evidentes a partir da descrição que se segue de modalidades da presente invenção.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

Deste modo, de acordo com um aspecto, a presente invenção provê uma composição em partículas de efusão de gás, que compreende partículas tendo uma superfície externa, uma pluralidade de vazios internos no interior das partículas, uma pluralidade de passagens restritivas no interior das partículas, e um gás comestível contido nos vazios internos em uma segunda alta pressão. As passagens restritivas fornecem uma comunicação gasosa entre os vazios internos e superfície externa e possuem um diâmetro restritivo. O diâmetro restritivo é efetivo para (1) permitir que o gás comestível passe através das passagens restritivas, a partir da superfície externa ao interior dos vazios internos, quando as partículas são contatadas com o gás comestível em uma primeira alta pressão, de um modo a prover partículas, nas quais os vazios internos contêm o gás comestível na segunda alta pressão e (2) permitindo com que o gás no interior dos vazios internos na segunda alta pressão escape, de um modo lento e controlável, a partir dos vazios internos, através das passagens restritivas, quando as partículas são removidas a partir do contato com o gás na primeira alta pressão. A segunda alta pressão é igual a, ou inferior que a primeira alta pressão, mas é maior do que a pressão ambiente. As partículas tendo os vazios internos contendo o gás comestível na segunda alta pressão, quando contatadas com o meio de base aquosa, são dissolvidas de um modo rápido, deste modo liberando o gás comestível a partir dos vazios internos ao interior do meio de base aquosa, de um modo a prover uma espuma, escuma, ou textura aerada ao meio de base aquosa.

De acordo com um outro aspecto da presente invenção, é provido um método para a manufatura de uma composição em partículas de efusão de gás, que compreende partículas tendo uma superfície externa, uma pluralidade de vazios internos no interior das partículas, uma pluralidade de passagens de diâmetro restritivo no interior das partículas, e um gás comestível contido nos vazios internos em uma segunda alta pressão, em

comunicação gasosa entre os vazios internos e a superfície externa. O método compreende contatar um ingrediente em partículas secado por pulverização, injetado a gás, solúvel, que compreende partículas tendo uma superfície externa, uma pluralidade de vazios internos no interior das partículas e uma

5 pluralidade de passagens de diâmetro restritivo no interior das partículas, com o gás comestível em temperatura ambiente em uma primeira alta pressão, de um modo tal que o gás comestível passe através das passagens de diâmetro restritivo a partir da superfície externa ao interior de vazios internos, de um modo a prover partículas, nas quais os vazios internos contenham o gás

10 comestível na segunda alta pressão, e então permitindo com que o gás comestível no interior dos vazios internos na segunda alta pressão escapem, de um modo lento e controlável, a partir dos vazios internos, através das passagens restritivas, quando as partículas são removidas a partir do contanto com o gás na primeira alta pressão. A segunda alta pressão é igual a, ou

15 inferior à primeira alta pressão, mas é mais alta do que a pressão ambiente.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

A Figura 1 é uma tabela que mostra uma altura de espuma inicial de bebida representada graficamente contra o período de tempo de armazenamento da mistura de capucino;

20 A Figura 2 é uma tabela, que mostra a altura da espuma inicial incremental da bebida representada graficamente contra o logaritmo natural do período de tempo de armazenamento da mistura do capucino;

A Figura 3 é uma tabela, que mostra o efeito da pressão de carga de gás do ingrediente em partículas e o período de tempo na altura da

25 espuma inicial da bebida de capucino;

As Figuras 4A- 4F são micrografias eletrônicas de varredura, que mostram as superfícies externas e internas e a estrutura de poro de um ingrediente em partículas, antes da carga com gás pressurizado;

A Figura 5 é uma tabela, que mostra o volume de poro

incremental, para o ingrediente em partículas mostrado nas FIGS. 4A- 4F, representado graficamente contra a distribuição de diâmetro de poro médio, obtido através do uso de análise de intrusão de porosimetria de mercúrio ; e

A Figura 6 é uma tabela, que mostra a área superficial de poro incremental, para o ingrediente em partículas mostrado nas Figuras 4A- 4F, representado graficamente contra a distribuição de diâmetro de poro médio, obtida através do uso de análise de adsorção de gás de nitrogênio.

DESCRIÇÃO DETALHADA

A presente invenção é dirigida a composições de efusão de gás e, de um modo particular, a composições em partículas de efusão de gás, que compreendem partículas tendo gás pressurizado retido no interior da estrutura de poro das mesmas. De acordo com um aspecto da invenção, é provida uma composição em partículas de efusão de gás, que compreende partículas tendo uma superfície externa, uma pluralidade de vazios internos no interior das partículas, uma pluralidade de passagens restritivas no interior das partículas, e um gás comestível contido os vazios internos, em uma segunda alta pressão. As passagens restritivas fornecem uma comunicação gasosa entre os vazios internos e a superfície externa e possuem um diâmetro restritivo. O diâmetro restritivo é efetivo para (1) permitir que o gás comestível passe através das passagens restritivas, a partir da superfície externa ao interior de vazios internos, quando as partículas são contatadas com o gás comestível em uma primeira alta pressão, de um modo a prover partículas, nas quais os vazios internos contenham o gás comestível na segunda alta pressão e (2) permitindo com que o gás no interior dos vazios internos na segunda alta pressão escape, de um modo lento e controlável, a partir dos vazios internos, através de passagens restritivas, quando as partículas são removidas a partir do contato com o gás na primeira alta pressão. A segunda alta pressão é igual a, ou menor do que a primeira alta pressão, mas é maior do que a pressão ambiente. As partículas tendo os vazios internos contendo o gás comestível na segunda

alta pressão, quando contatadas com um meio de base aquosa, são dissolvidas de um modo rápido, deste modo liberando o gás comestível a partir dos vazios internos, ao interior do meio de base aquosa, de um modo a prover uma espuma, escuma, ou uma mistura aerada ao meio de base aquosa.

5 Como aqui usado, “estrutura de poro” refere-se a uma pluralidade de vazios internos das partículas, e “ vazios internos “ refere-se a vazios internos abertos, também conhecidos como poros abertos, de partículas que são conectadas, de um modo direto ou indireto, à atmosfera circundante, e que podem ser também interconectados, um ao outro, através de passagens ou
10 de aberturas, tais que fissuras, orifícios, poros, etc., e/ ou combinações dos mesmos nas partículas, em que pelo menos uma porção de tais aberturas possui um diâmetro suficientemente pequeno, de um modo a impedir substancialmente, através do processo de efusão molecular, o escape de gás pressurizado a partir das mesmas. Como aqui usado, o termo “ vazios internos
15 fechados”, também conhecido como “ vazios internos vedados” ou “ poros fechados”, refere-se àqueles vazios internos ou poros das partículas, que não estão conectados à atmosfera circundante.

De um modo preferido, pelo menos uma porção das aberturas presentes nas partículas são passagens restritivas, ou seja, elas possuem um
20 diâmetro restritivo, que é substancialmente menor (isto, é de cerca de 1/10, de um modo preferido de 1/ 100, e de um modo ainda mais preferido de 1/ 1000 do tamanho) do que o diâmetro de pelo menos uma porção dos vazios internos. As passagens restritivas retardam as transferências das moléculas de gás para a fora de, pelo menos, uma porção dos vazios internos, efetiva para impedir, de
25 um modo substancial, o escape de pelo menos uma porção do gás pressurizado a partir da estrutura de poros em partículas. Em passagens restritivas, que possuem uma seção transversal não - uniforme, o diâmetro de seção transversal mais estreito é o fator limitativo, que governa a taxa de transferência da molécula de gás. Como aqui usado, o termo “ diâmetro” para

descrever o tamanho de uma abertura, passagem restritiva, ou orifício, significa um diâmetro em seção transversal.

De um modo preferido, pelo menos uma porção das passagens restritivas apresentam um diâmetro, que é inferior a cerca de 1 micrômetro (μm), e de um modo mais preferido inferior a cerca de 0,1 μm . E de um modo ainda mais preferido, inferior a cerca de 0,01 μm , e de um modo opcional, inferior a cerca de 0,001 μm . Um diâmetro de 0,001 μm é equivalente a de 1 nanômetro (nm) ou 10 Angstroms ($\text{\AA}$), que é apenas ligeiramente maior do que os diâmetros moleculares efetivos, ou os assim denominados diâmetros cinéticos ou diâmetros de colisão, de muitos gases, tais que aqueles presentes na atmosfera. Por exemplo, os diâmetros moleculares de hidrogênio, hélio, néon, argônio, criptônio, nitrogênio, oxigênio, dióxido de carbono, e óxido nítrico estão em uma faixa de 2-5 $\text{\AA}$.

Os vazios internos abertos, dos quais pelo menos uma porção está conectada, de um modo direto ou indireto, à atmosfera circundante através de passagens restritivas, podem apresentar, de um modo geral, uma forma esférica, com um diâmetro, de um modo preferido, em uma faixa de entre cerca de 0,01- 2000 μm , mais preferivelmente entre cerca de 0,1 – 1000 μm , e de um modo ainda mais preferido de entre cerca de 1- 100 μm , embora os vazios internos, que possuam uma outra forma e/ ou diâmetro, possam ser também contemplados. As partículas individuais podem também apresentar, de um modo geral, uma forma esférica, com um diâmetro, de um modo preferido, de entre cerca de 0,5 – 5000 μm , de um modo mais preferido de entre cerca de 1- 1000 μm , e de um modo ainda mais preferido de entre cerca de 5- 500 μm , embora as partículas tendo uma outra forma e/ ou diâmetro possam ser também contempladas. O processo de enchimento das partículas com gás pressurizado, aqui também referido como a carga, tipicamente não altera, de um modo substancial, a forma ou o diâmetro da partícula, mas pode aumentar o número e/ ou o diâmetro de aberturas e/ ou de passagens

restritivas nas partículas. Em alguns casos, tal como quando as partículas pressurizadas são rapidamente despressurizadas, algumas partículas podem ser fragmentadas, em alguma extensão, como um resultado de um desenvolvimento repentino de forças não- equilibradas, exercido pelas moléculas de gás sobre as superfícies internas da estrutura de poro.

O termo “efusão de gás”, como aqui usado, significa que as moléculas presentes nos vazios de um material em partículas são efundidas através de aberturas nos vazios internos, em um modo lento e controlável, de um modo geral em conformidade com os princípios estabelecidos de efusão de gás. Como conhecido daqueles versados na técnica, de acordo com a teoria cinética dos gases, a taxa de efusão de um gás ideal está relacionada à pressão do gás, à temperatura, e ao peso molecular, do volume do recipiente que encerra o gás, e da área de aberturas no recipiente. Se a taxa de efusão for expressa como o número de moles (N) de um gás que escapa, através de uma abertura tendo a área A, a partir de um recipiente por período de tempo unitário (t), a taxa pode ser expressa como uma alteração em N (DN) por alteração em t (dt). Esta taxa pode ser obtida a partir de $dN/dt = A (P_i - P_o) / (2 \pi M R T)^{0.5}$, em que P_i é a pressão de gás no interior do recipiente, P_o é a pressão de gás formado recipiente, π é a constante matemática π (3,14), M é o peso molecular do gás, R é a constante de gás ideal, e T é a temperatura. O número de moles (N) de gás, que podem ser efundidos a partir do recipiente, pode ser obtido a partir da equação de gás ideal, expressada como $N = V (P_i - P_o) / R T$, em que V é o volume do recipiente. Estas equações governam, de um modo geral, a taxa e a duração de efusão dos gases partir das composições em partículas desta invenção. No entanto, os valores para A e P_i não são facilmente medidos para composições em partículas e, como um resultado, a taxa e a duração de efusão de gás são obtidas através de experimentação. Como P_i diminui, de um modo contínuo, com o tempo, após uma pressão de gás externa, aplicada a uma composição em partículas, ser liberada, e se

aproximar de P_o em uma taxa de um modo geral exponencial, a taxa de efusão de gás a partir de uma composição em partículas diminui, em geral, de um modo exponencial o longo do tempo, até que a pressão de gás (P_i) no recipiente alcance o equilíbrio com a pressão de gás (P_o) na atmosfera ou vazio circundante.

Deve ser notado, no entanto, que no campo da química física, a efusão do gás é um tipo idealizado de difusão de gás, que é manifestado, de um modo geral, através do fluxo sequencial de moléculas de gás únicas, através de um pequeno orifício tendo comprimento desprezível, o que ocorre através de uma queda de pressão de gás relativamente pequena entre as pressões de gás externa mais baixa e interna mais alta, na ausência de colisões com outras moléculas de gás ou com paredes de orifício, enquanto no interior do orifício. Deste modo, o comportamento de efusão de gás das composições da presente invenção não pode ser esperado estar em conformidade de um modo exato, com as relações físico-químicas derivadas a partir de teorias de gases cinéticos, porque aquelas relações foram desenvolvidas com base no comportamento de gases ideais, sob condições ideais. As altas pressões empregadas, de um modo típico, na presente invenção, podem fazer com que os gases sejam desviados, de um modo significativo, do comportamento ideal. Além disso, as composições de acordo com a presente invenção possuem, de um modo típico, estruturas de poro não- uniformes, complexas, em uma ampla faixa de diâmetros de vazio interno, abertura e de passagens restritivas. Além disso, as passagens restritivas podem ocorrer sob a forma de poros longos ou curvos, ou sob a forma de fissuras com superfícies desiguais, que permitem com que as moléculas gasosas colidam com as outras presentes nas mesmas e/ ou em paredes circundantes.

Em muitos casos, os ingredientes em partículas pressurizados da presente invenção podem inicialmente liberar as moléculas de gás, de um modo mais em conformidade com os princípios estabelecidos de fluxo de

massa (isto é, o assim denominado fluxo de massa, fluxo viscoso, ou fluxo turbulento), durante um período comparativamente curto (isto é, de segundos ou minutos) imediatamente após a despressurização, porque o gás pressurizado, mantido no interior dos vazios internos conectados à atmosfera através de quaisquer passagens não- restritivas, pode escapar, de um modo rápido, sem que seja substancialmente impedido. Esta liberação inicial de vida relativamente curta de gás irá, de um modo típico, ser submetida a uma transição rápida para efusão molecular, o que irá prevalecer durante um período de tempo muito mais longo. De fato, em muitos casos, a transição para a efusão molecular ocorre, de um modo típico, mais rápido do que o período de tempo requerido para que seja medido o teor de gás mantido dentro do material em partículas e a taxa do gás perdido a partir da mesma.

A taxa de efusão de gás é governada, de um modo primário, pela estrutura de poro das partículas e será diminuída, de um modo geral, com a diminuição do diâmetro, número, e/ ou volume de aberturas e de passagens restritivas, que conectam os vazios internos à atmosfera circundante. Se as partículas não possuírem a estrutura de poro requerida, então a efusão molecular ou não ocorrerá, ou ocorrerá durante um período de tempo muito curto, o que iria limitar, de um modo severo, a utilidade da composição como um agente de formação de espuma. A taxa e a duração de efusão de gás podem ser afetadas, em graus variáveis, por outras propriedades físicas do ingrediente em partículas, tal que o diâmetro, o número, e/ ou o volume de vazios internos, a razão de volume de vazio interno para o volume de passagem restritiva, e a área de abertura de passagem restritiva total, assim como através das condições de processamento, tais que a pressão de gás e o período de tempo usado para encher a estrutura do poro com o gás pressurizado.

É conhecido que a ocorrência de efusão de gás em um sistema modelo, tal que um recipiente tendo um orifício, é favorecida quando a média

do trajeto livre (a distância média percorrida entre colisões) de moléculas de gás presentes no recipiente é maior, comparada ao diâmetro do orifício, e pequena, comparada ao diâmetro do recipiente. Estas condições reduzem a frequência de colisões de moléculas de gás com as paredes do recipiente e com o orifício e servem para impedir taxa, em que o gás escapa a partir do recipiente. Embora sem desejarmos estar limitados pela teoria, acredita-se que efusão de gás pelas composições da presente invenção é favorecida similarmente pela presença de pelo menos alguns diâmetros de passagem restritivos, que são relativamente pequenos, e pelo menos alguns diâmetros de vazio internos, que são relativamente grandes, comparados ao trajeto livre médio de moléculas de gás presentes no interior da estrutura de poro da composição em partículas.

Os trajetos livres médios de diferentes moléculas de gás, sob condições diferentes, podem ser estimados através do uso de relações estabelecidas, atribuídas à teoria cinética de gases. O trajeto livre médio é aumentado, de um modo geral, com a pressão de gás decrescente e com o aumento do peso molecular do gás. Em pressões relativamente altas, usadas, de um modo típico, para carregar o gás ao interior das composições em partículas da presente invenção, os trajetos livres médios, substancialmente encurtados, das moléculas de gás podem aumentar a taxa, na qual o gás flui através de pelo menos algumas das passagens restritivas, ao interior de vazios internos, de um modo a encurtar, de uma forma benéfica, os períodos de tempo de carga de gás requeridos. De um modo inverso, os trajetos livres médios encurtados, que prevalecem imediatamente após a despressurização da composição, podem produzir uma taxa mais rápida de perda de gás a partir das partículas, o que ocorre após um período suficiente para reduzir a pressão do gás, e, deste modo tornar mais longo o trajeto livre médio. Como um resultado, a taxa de efusão de gás diminui de um modo constante, em uma taxa exponencial, após a despressurização.

É conhecido que as moléculas de gás em sistemas de efusão modelo colidem com outras e com a superfície interna do recipiente, até que venham a “colidir”, de um modo direto, com um orifício, de um modo a escapar a partir do recipiente. De novo, embora sem desejarmos estar limitados pela teoria, acredita-se que este mecanismo prevaleça, de um modo geral, nas composições de efusão de gás da presente invenção, exceto pelo fato de que as moléculas de gás colidem com outras moléculas de gás e com as superfícies de vazios internos, até que elas venham a “colidir”, de um modo direto, com uma abertura ou com uma passagem restritiva, de um modo a escapar a partir dos vazios internos para a atmosfera circundante. Além disso, devido ao fato de que os vazios internos nas composições da presente invenção podem estar altamente interconectados, acredita-se que as moléculas de gás possam ser trocadas entre um número potencialmente grande de vazios internos, provavelmente, em alguma extensão, através do processo de fluxo de massa, em adição à efusão molecular, através de aberturas e de passagens restritivas, e pelo fato de que o trajeto tipo labirinto resultante, que as moléculas de gás executam no interior da estrutura de poro pode, de um modo vantajoso, retardar a taxa de efusão, conforme medido quando as moléculas de gás finalmente escapam partir de aberturas internas ou de passagens restritivas sobre a superfície da partícula.

Deste modo, as passagens restritivas possuem, de um modo preferido, um diâmetro na faixa de cerca de 2 a cerca de 5000 vezes, de um modo mais preferido na faixa de cerca de 2 a cerca de 500 vezes, e de um modo ainda mais preferido na faixa de cerca de 2 a cerca de 50 vezes o diâmetro das moléculas de gás retidas dentro dos vazios internos. Com referência às moléculas de gás retidas dentro dos vazios internos, o termo “retido” significa que o gás está presente nos vazios internos abertos de um material em partículas e é capaz de entrar e deixar os vazios internos dentro de um período de tempo adequado. De um modo preferido, após a carga de

gás ao interior da composição em partículas de acordo com modalidades desta invenção, a maior parte do gás presente no material em partículas é gás pressurizado, mantido em vazios internos abertos do mesmo, que são conectados à atmosfera circundante. O restante de qualquer gás, que pode estar presente no pó é primariamente o gás não- pressurizado, retido nos vazios internos fechados através da manufatura dois materiais em partículas, tal que através de secagem por pulverização injetada a gás das soluções aquosas.

Como aqui usado, o termo “estrutura”, “estrutura do material em partículas”, “estrutura da partícula”, ou “estrutura do pó” compreende uma estrutura que contém um grande número de vazios internos, que são interconectados e/ ou abertos para a atmosfera. O termo “estrutura do poro” compreende uma estrutura, que contém vazios internos, aberturas, e passagens restritivas, todas as quais são abertas para a atmosfera e, em pelo menos alguma extensão, podem ser conectadas um à outra. Os vazios internos, presentes na estrutura do poro, são capazes de reter um grande volume de gás pressurizado, que é liberado sob a forma de bolhas mediante a dissolução do material em partículas em um líquido, de um modo a produzir uma espuma, espuma, textura aerada, ou um outro benefício. O termo “amorfo” compreende uma estrutura vítrea, que é predominantemente não cristalina.

O termo “composição formadora de espuma solúvel em pó”, “composição formadora de espuma pulverizada”, ou composição formadora de espuma” compreende qualquer composição em partículas, que seja solúvel em, ou que seja desintegrada em um líquido, e de um modo especial em um líquido aquoso, e que, mediante o contato com um tal líquido, forme uma espuma ou espuma, ou forneça uma textura aerada.

O termo “temperatura ambiente” significa temperatura ambiente, que está situada, de um modo típico, em uma faixa de entre cerca de 18- 30°C, mas que pode ser mais alta ou mais baixa. A temperatura

ambiente é, com frequência, registrada em experimentos científicos como sendo de “25°C”, como aqui praticada, mesmo que a temperatura ambiente efetiva possa ser ligeiramente mais alta ou mais baixa. O termo “ pressão atmosférica” significa pressão ambiente, que varia ligeiramente de acordo com o tempo e a altitude, igual a uma pressão de 1 atmosfera no nível do mar. O termo “gás pressurizado” significa gás comprimido a uma pressão mais alta do que a pressão ambiente, e é também conhecido como gás sob pressão superatmosférica.

Os gases, que podem ser usados de um modo adequado de acordo com a presente invenção, podem ser selecionados a partir de nitrogênio, dióxido de carbono, óxido nitroso, ar, argônio, oxigênio, hélio, hidrogênio, ou misturas dos mesmos. O nitrogênio é preferido, mas qualquer outro gás de grau alimentício pode ser usado de um modo a aplicar pressão de gás externa ao pó. Os gases, que não são aprovados para o uso em alimentos, podem ser usados para a manufatura das composições da presente invenção, que não se destinam ao consumo. Além disso, em certas aplicações de produto, pode ser desejável pressurizar os ingredientes em partículas usando um gás alternativo, tal que um gás de hidrocarboneto comestível, um hidrocarboneto halogenado, ou uma mistura dos mesmos. Alguns destes gases podem apresentar pesos moleculares muito mais altos do que os gases atmosféricos comuns, e podem, portanto, prover taxas de efusão significativamente mais baixas a partir das composições, em conjunto com outros benefícios. Exemplos não- limitativos de gases alternativos incluiriam propano, Freon 115, e Freon 318.

As composições de efusão de gás da presente invenção são formadas, de um modo preferido, de materiais comestíveis, capazes de reter volumes úteis de gás pressurizado durante períodos de tempo predeterminados, a partir de minutos a anos, dependendo das propriedades físicas do ingrediente em partículas, da pressão e da composição do gás retido

no mesmo, da temperatura de armazenamento, e dos métodos de embalagem. Os métodos de processamento e de embalagem, que incluem, de um modo opcional, a embalagem sob gás pressurizado, podem ser prontamente controlados, de um modo a prover as composições de efusão de gás da presente invenção ou misturas das mesmas, tais que misturas de alimentos e de bebidas instantâneas, contendo as composições de formação de espuma da presente invenção, que possuem uma vida em prateleira particularmente adequada a várias aplicações de produto. O processamento pode ser executado em uma grande escala, tal que em uma planta de manufatura, ou em uma escala menor, tal que em um planta de varejo ou de serviço alimentar, em que o produto deve ser consumido, vendido , ou distribuído.

O ingrediente em partículas pode ser de várias formas, que incluem carboidrato, proteína, e/ ou misturas dos mesmos. Em uma forma preferida, o ingrediente em partículas possui uma estrutura amorfa e compreende um pó de leite desnatado secado por pulverização injetado a gás, de baixa densidade (SMP). Como aqui usados, os termos “ pó de leite desnatado” e “SMP” compreendem um ingrediente em partículas, que compreende leite desnatado seco (sem gordura); estes termos incluem pó de leite desnatado, leite seco sem gordura (NFDM), ou combinações dos mesmos. Os pós SMP e NFDM possuem, de um modo típico, composições similares, mas podem apresentar teores de proteína ligeiramente diferentes, pois o primeiro precisa ter pelo menos 34%, em peso, de proteína e o último é não regulado e possui, de um modo típico, de 34- 37%, em peso, de proteína. Os termos SMP e NFDM são, com frequência, usados de um modo intercambiável, e qualquer nome pode, com frequência, ser usado para descrever o mesmo pó. Os pós SMP e NFDM, tais que aqueles usados na presente invenção, contêm, de um modo típico, cerca de 1 %, em peso, de gordura de leite residual dispersada, mas o nível exato não é crítico e pode ser mais alto ou mais baixo.

Outras composições de efusão de gás adequadas podem ser manufaturadas a partir de pós de leite secados por pulverização injetados a gás, de baixa densidade, tendo níveis de gordura mais altos do que aqueles dois pós SMP e NFDM. Tais pós podem, no entanto, ser mais suscetíveis à oxidação e à formação de sabores desagradáveis, que poderiam reduzir a qualidade do sabor e reduzir a vida em prateleira. Além disso, as composições de efusão de gás adequadas podem ser manufaturadas a partir de pós de leite ou de leite desnatado secados por pulverização injetados a gás, de baixa densidade, que foram formulados, antes da secagem, usando concentrados de proteína de leite e/ ou produtos isolados a partir de leite desnatado ou de leite, que possuem níveis de soro de leite e de caseína, ou níveis de proteína totais, que são comparáveis, ou maiores do que, aqueles encontrados as composições SMP e NFDM.

Como aqui usado, o termo “baixa densidade” compreende um pó tendo uma densidade de massa preferivelmente abaixo de cerca de 0,35 g/ml, mais preferivelmente abaixo de cerca de 0,30 g/ml, e de um modo mais preferido abaixo de cerca de 0,25 g/ml, e de um modo opcional, abaixo de cerca de 0,20 g/ml. Na forma preferida, os ingredientes em partículas secados por pulverização injetados a gás, de baixa densidade, são formulados de um modo a compreender, em uma base em peso total incluindo a umidade, preferivelmente pelo menos cerca de 60%, de um modo mais preferido pelo menos cerca de 80%, e de um modo ainda mais preferido pelo menos cerca de 90%, e de um modo mais preferido cerca de 100%, de SMP e/ ou NFDM. Na modalidade preferida, qualquer porção de um material em partículas, quer não compreenda 100% de SMP e/ ou de NFDM, pode compreender veículos de secagem por pulverização de carboidrato opcionais (ou agentes de formação de massa), fontes de proteína suplementares, ingredientes funcionais, tensoativos, agentes de tamponamento, e/ ou combinações dos mesmos.

Veículos de secagem por pulverização de carboidrato

opcionais, que podem ser usados para formular as composições em partículas incluem, por exemplo, mas não estão limitados a, açúcares, álcoois poliídricos, álcoois de açúcar, oligossacarídeos, polissacarídeos, produtos de hidrólise de amido, gomas, fibras solúveis, amidos modificados, celulosas modificadas, e misturas dos mesmos. Os açúcares adequados incluem glicose, frutose, sacarose, lactose, manose, trealose, e maltose. Álcoois poliídricos adequados incluem glicerol, propileno glicol, poligliceróis, e polietileno glicóis. Os álcoois de açúcar adequados incluem sorbitol, manitol, maltitol, lactitol, eritritol, e xilitol. Produtos de hidrólise de amido adequados incluem maltodextrinas, xaropes de glicose, xaropes de milho, xaropes de alto teor de maltose, e xaropes de alto teor de frutose. Gomas adequadas incluem xantano, alginatos, carragenanos, guar, gelano, alfarroba, e gomas hidrolisadas. As fibras solúveis adequadas incluem inulina, goma de guar hidrolisada, e polidextrose. Amidos modificados adequados incluem amidos modificados física ou quimicamente, que são solúveis ou dispersáveis em água. Celulosas modificadas adequadas incluem metil celulose, carboximetil celulose, e hidroxipropilmetil celulose.

Fontes de proteína suplementares opcionais adequadas, que podem ser usadas para formular as composições em partículas incluem, por exemplo, proteínas de leite, proteínas de soja, proteínas de ovo, gelatina, colágeno, proteínas de trigo e proteínas hidrolisadas. As proteínas hidrolisadas adequadas incluem gelatina hidrolisada, colágeno hidrolisado, caseína hidrolisada, proteína de soro de leite hidrolisada, proteína de leite hidrolisada, proteína de soja hidrolisada, proteína de ovo hidrolisada, proteína de trigo hidrolisada, e aminoácidos.

Ingredientes funcionais opcionais, que podem melhorar o processamento, o valor nutricional, ou a aparência, podem ser usados para formular as composições em partículas, e podem incluir, mas não estão limitados a, sais orgânicos e inorgânicos, tensoativos, emulsificantes,

fitoquímicos, aditivos nutricionais, agentes de fluxo, adoçantes artificiais, conservantes, colorantes e alguns sabores. Os lipídeos incluem, mas não estão limitados a, gorduras, óleos, óleos hidrogenados, óleos interesterificados, fosfolipídeos, ceras, esteróis, estanois, terpenos, e ácidos graxos derivados a
5 partir de fonte vegetais, lácteas ou animais.

As composições em partículas da presente invenção podem ser produzidas através de qualquer método, efetivo para prover uma estrutura em partículas adequada e uma estrutura de poro tendo uma pluralidade de vazios internos, direta ou indiretamente conectados à atmosfera e à superfície das
10 partículas através de passagens restritivas, que são capazes de reter um volume de gás pressurizado durante um período de tempo superior a cerca de 1 dia, de um modo mais preferido maior do que cerca de 1 semana, e de um modo ainda mais preferido maior do que cerca de 1 mês, e de um modo mais preferido maior do que cerca de 1 ano, quando armazenado em um recipiente
15 fechado vedado de um modo não- hermético, sob pressão ambiente.

Em uma forma preferida, a secagem por pulverização injetada a gás convencional das soluções aquosas é usada para manufatura de composições em partículas. A secagem por pulverização de soluções aquosas sem a injeção de gás produz, de um modo típico, composições em partículas
20 tendo volumes de vazio interno relativamente pequenos. Secagem por pulverização injetada a gás pode ser conduzida através da dispersão de gás ou de gás pressurizado ao interior de uma solução aquosa (de um modo preferido, para prover uma razão de cerca de 1-6, de um modo mais preferido de cerca de 2-4, litros de gás por quilograma de sólidos secos dissolvidos na
25 solução aquosa e/ ou removidos partir do secador por pulverização) usando qualquer método de dispersão de gás efetivo, ou antes de ser transportado para o secador por pulverização ou durante a secagem por pulverização. Deste modo, gás pode ser injetado ao interior de um batelada de solução aquosa , mas é preferivelmente injetado, de um modo contínuo, em linha com a

mistura ou a homogeneização, antes de alcançar o secador por pulverização. De um modo alternativo, duas ou mais correntes separadas de gás e de solução aquosa podem ser combinadas, ou no ou dentro do bocal ou atomizador do secador por pulverização. Composições de gás adequadas, razões de gás-para-solução, métodos de injeção a gás, taxas de fluxo de gás e solução, pressões de gás e solução, temperaturas de solução, e temperaturas de admissão e de saída do secador por pulverização podem ser prontamente determinadas por aquele de habilidade ordinária na técnica de secagem por pulverização injetada a gás. O gás de nitrogênio (N_2) é preferido, mas nenhum outro gás de grau alimentício pode ser usado para a injeção de gás, incluindo ar, dióxido de carbono, óxido nitroso, ou uma mistura dos mesmos.

As composições SMP particularmente preferidas, usadas para formar as composições de efusão de gás da presente invenção, são manufaturadas usando secagem por pulverização por injeção a gás convencional. Estas composições em partículas não contêm qualquer gás pressurizado após a secagem por pulverização e funcionam apenas como pós formadores de espuma de baixa densidade convencionais, em sua forma nativa. De um modo vantajoso, não são requeridas técnicas especiais para a manufatura destas composições em partículas preferidas, que o presente inventor verificou, que possuem inesperadamente uma estrutura de poro particularmente adequada para a retenção do gás pressurizado, e que possibilitam a manufatura das composições de efusão de gás da presente invenção.

De um modo opcional, as composições em partículas da presente invenção podem ser formuladas usando um ou mais tensoativos, de um modo a aperfeiçoar a formação de bolhas e a criação de vazios internos durante a secagem por pulverização. O uso de tensoativos adequados, em níveis apropriados, pode influenciar o tamanho relativo, o número, e o volume de vazios internos. Tensoativos adequados incluem agentes de emulsificação

aprovados alimentares, tais que polisorbatos, ésteres de sacarose, lactilatos de estearoíla, mono/ di-glicerídeos, ésteres diacetil tartáricos de mono/ di-glicerídeos, e fosfolipídeos. Em adição, alguns carboidratos são superficialmente ativos, incluindo goma arábica, alginatos de propileno glicol, e amidos alimentares modificados lipofílicos, tais que amidos substituídos por succinato de octenila.

De um modo opcional, as composições em partículas da presente invenção podem ser formuladas usando um ou mais agentes de tamponamento, de um modo a facilitar a secagem por pulverização e a reconstituição em um líquido. O uso de agentes de tamponamento adequados, em níveis apropriados, pode prover volumes de vazio internos de partícula adequados, ao mesmo tempo em que melhora os tributos de espuma do produto e de dissolução do pó. Os agentes de tamponamento preferidos, usados nesta invenção, são sais de ácidos orgânicos ou inorgânicos. Em adição a que sejam providos os benefícios já mencionados, estes agentes de tamponamento podem também aperfeiçoar a resistência agregação de proteína ou desnaturação em certas aplicações de produto, tais que em bebidas ácidas. Os agentes de tamponamento mais preferidos são os sais de sódio e de potássio de ácidos orgânicos. Os agentes de tamponamento adequados incluem, mas não estão limitados a, sais de sódio, potássio, cálcio e magnésio do ácido cítrico, málico, fumárico e fosfórico.

Os pós usados para a manufatura das composições de efusão de gás da presente invenção possuem, de um modo preferido, um densidade de massa e um densidade de compactação em uma faixa de cerca de 0,1 - 0,4 g/ ml, de um modo mais preferido de cerca de 0,2 – 0,3 g/ ml, uma densidade aparente preferivelmente em um faixa de cerca de 0,3-1,1 g/ ml, de um modo mais preferido de cerca de 0,4 -1,0 g/ ml, e de um modo ainda mais preferido de cerca de 0,5- 0,9 g/ ml; uma densidade de material de cerca de 1,2 - 1,6 g/ ml, um volume de vazio interno na faixa de 0,5 – 5,0 ml/ g, de um modo

típico de cerca de 1,0- 4,0 ml/ g, e de um modo mais típico de cerca de 2,0- 3,0 ml/ g, um volume de vazio interno parente (AIVV) na faixa de cerca de 0,2 – 3,0 ml/ g, de um modo típico de cerca de 0,3 – 2,0 ml/ g, e de um modo mais típico de cerca de 0,4 – 1,0 ml/g, e um % de AIVV na faixa de cerca de 30-80%, de um modo típico de cerca de 35- 70%, e de um modo mais típico de cerca de 40-60%, ates de que sejam submetidas à pressão de gás externa.

O volume interno e os valores de AIVV são derivados a partir de dois métodos diferentes, usados para medir o volume da estrutura de poro presente nas composições em partículas. Estes dois diferentes métodos, quando usados em conjunto, proporcionam uma melhor visão quanto à capacidade do material em partículas, tanto para reter o gás pressurizado, como para liberar aquele gás pressurizado através do processo de efusão molecular. Estes métodos são descritos abaixo.

Os pós com volumes de vazio internos relativamente grandes são preferidos, de um modo geral, para o uso para manufaturar as composições de efusão de gás da presente invenção, devido à sua maior capacidade de reter o gás. Os pós tendo passagens restritivas em combinação com volumes de vazio internos relativamente grandes e AIVV relativamente grande são, de um modo particular, preferidos, devido à sua maior capacidade tanto para reter o gás, como para impedir a taxa de perda de gás por efusão. O volume de vazio interno é, de um modo adequado, de pelo menos cerca de 0,5 ml/ g, de um modo preferido de pelo menos cerca de 1,0 ml/ g, mais preferivelmente de pelo menos cerca de 1,5 ml/g, e de um modo mais preferido de pelo menos cerca de 2,0 ml/ g. O AIVV é, de um modo adequado, de pelo menos cerca de 0,2 ml/ g, preferivelmente de pelo menos cerca de 0,4 ml/ g; de um modo mais preferido de pelo menos cerca de 0,6 ml/ g, e de um modo mais preferido de pelo menos cerca de 0,8 ml/ g. O percentual de AIVV (% de AIVV é preferivelmente de pelo menos cerca de 30%, de um modo mais preferido de pelo menos cerca de 40, e mais

preferivelmente de pelo menos cerca de 50%. Os pós possuem, de um modo preferido, uma temperatura de transição vítrea (T_g) de entre cerca de 30-150°C, de um modo preferido de cerca de 35-125°C, e de um modo ainda mais preferido de cerca de 40- 100°C. Os pós possuem, de um modo preferido, um teor de umidade de entre cerca de 0-15%, preferivelmente de cerca de 1-10%, e de um modo mais preferido de cerca de 2-5%, a atividade da água estando entre cerca de 0- 0,5, preferivelmente de cerca de 0,05 – 0, 4, e de um modo mais preferido de cerca de 0,1 – 0,3 .

As composições em partículas de efusão de gás da presente invenção retêm, de um modo preferido, o gás em vazios internos abertos, presentes na estrutura de poro aqui presente, seja no momento do uso quando reconstituído com um líquido, ou imediatamente após a despressurização, em uma pressão de gás absoluto médio de pelo menos cerca de 2 atmosferas, de um modo mais preferido de cerca de 3 atmosferas, e de um modo ainda mais preferido de pelo menos cerca de 4 atmosferas, e, de um modo opcional, de pelo menos cerca de 5 atmosferas, ou mais alta. Tais pressões de gás absolutas médias mais altas podem incluir pressões de até cerca de 10 atmosferas, 20 atmosferas, ou ainda mais altas, tais que de até cerca de 50 atmosferas.

Os percentuais são baseados no peso da composição de formação de espuma, a não ser que indicado de um outro modo. Densidade de massa (g/ ml) é determinada através da medição do volume (ml), que um determinado peso (g) de pó ocupa quando despejado através de um funil ao interior de um cilindro graduado. A densidade de compactação (g/ ml) é determinada através de que o pó seja despejado em um cilindro graduado, vibrando o cilindro até que o pó seja sedimentado a seu volume mais baixo, registrando o volume, pesando o pó, e dividindo o peso pelo volume. A densidade aparente (g/ ml) é determinada através da medição do volume de uma quantidade pesada de pó, usando um picnômetro de hélio (Micrometitics

AccuPyc 1330) e dividindo o peso pelo volume.

A densidade aparente é uma medida de densidade, que inclui o volume de quaisquer vazios presentes nas partículas que não estão conectadas à atmosfera, tais que os vazios internos fechados. A densidade aparente também inclui o volume de quaisquer vazios presentes as partículas que estão conectadas à atmosfera, mas que são inaccessíveis à penetração por hélio em uma pressão razoavelmente baixa (menos do que uma pressão de calibre de 20 psi (138 kPa)) e inacessíveis à penetração durante a análise de picnometria, incluem pelo menos uma porção de passagens restritivas e pelo menos uma porção de vazios internos conectados à atmosfera, direta ou indiretamente, através de passagens restritivas. A densidade aparente exclui o volume intersticial entre as partículas e o volume de quaisquer vazios presentes nas partículas, que estão abertas para atmosfera e acessíveis à penetração de hélio durante a análise de picnometria.

O volume total de vazios internos e de aberturas, que não estão conectados à atmosfera e/ ou que são inaccessíveis à penetração do gás hélio durante a análise de picnometria, são aqui referidos como a “vazios internos ocluídos”, pode ser também derivado a partir da medição da densidade aparente do pó após a reconstituição do pó em água, congelamento, e secagem por congelamento da solução, e moagem do pó secado por congelamento em um almofariz e pilão, de um modo a remover, ou abrir para a atmosfera, todos os vazios fechados ou inaccessíveis originalmente presentes no pó. Este tipo de densidade aparente, aqui referido como a “densidade do material “ (g/ ml), é a densidade efetiva apenas do material sólido, que compreende o pó.

O volume do vazio interno aparente (AIVV), o volume dos vazios internos ocluídos contidos nas partículas, pode ser determinado através da subtração da densidade do material recíproca (ml/ g) a partir da densidade aparente recíproca (ml/ g). O AIVV percentual, o percentual em volume de vazios internos ocluídos contidos nas partículas, é determinado através da

subtração da densidade de material recíproca (ml/ g), a partir da densidade aparente recíproca (ml/g) e então pela multiplicação do resultado pela densidade aparente (g/ ml) e 100%.

O volume de vazio interno (ml/ g) pode ser determinado
5 através da medição do volume (ml) de mercúrio líquido, que introduz uma quantidade pesada (g) de material em partículas, sob uma pressão de mercúrio, que aumenta aproximadamente de 0 a 60.000 psi (calibre), usando um porosímetro de mercúrio (Micromeritics AutoPore III) e dividindo o
10 mercúrio introduzido pelo volume em peso do material em partículas. O método provê, distribuições de diâmetro, área e volume da estrutura de poro do material em partículas e confirma a presença de vazios internos, aberturas e de passagens restritivas conectados, de um modo direto ou indireto, à atmosfera. Este método é geralmente usado para relatar as pressões de intrusão de mercúrio nos diâmetros de poro do pó e os volumes, usando
15 relações matemáticas convencionais e as determinações assumidas no software utilizado pelo instrumento. À medida em que a pressão aplicada aumenta, o mercúrio não umectante é introduzido, de um modo progressivo, nos poros menores, até que o poro de diâmetro menor (3 nm ou 30 Å), que pode ser introduzido a 60.000 psi seja enchido. O diâmetro de poro, área, e
20 volume correspondentes são calculados assumindo-se uma seção transversal de poro. Cada dose de mercúrio fornecida em uma pressão crescente provê um novo diâmetro de poro e um volume de poro incremental correspondente, centralizado, no diâmetro de poro médio entre as doses sucessivas.

Os volumes de poros menores podem, de um modo opcional,
25 ser medidos usando um porosímetro de mercúrio, que provê um limite de pressão superior mais alto, ou através do uso de um analisador de adsorção de gás de nitrogênio (Micromeritics Gemini). O método de adsorção de nitrogênio pode ser usado para medir o diâmetro de poro, a área e as distribuições de volume de “microporos” (isto é, os poros com diâmetros

inferiores a cerca de 2 nm) e os mesoporos (isto é, os poros com diâmetros de entre cerca de 2-50 nm), presentes na estrutura de poro do ingrediente do material em partículas e para confirmar a presença de passagens restritivas tendo diâmetros dentro destas faixas. Este método é geralmente usado para

5 medir a área superficial dos pós, no ponto de ebulição (-196°C) de nitrogênio líquido. Sob “pressões parciais” de gás aplicado, que aumentam de cerca de 0 (vazio) a cerca de uma pressão de 1 atmosfera (absoluta, usando as relações e as determinações matemáticas contidas no software utilizado pelo instrumento. À medida em que a pressão de gás aplicada aumenta, o

10 nitrogênio é progressivamente adsorvido sobre a superfície de poros maiores, ao mesmo tempo em que enche os microporos e mesoporos mediante a adsorção de camadas múltiplas de moléculas de nitrogênio. O diâmetro de poro, a área e o volume correspondentes são calculados assumindo-se uma seção transversal de poro cilíndrica. Cada dose de gás de nitrogênio, fornecida

15 em uma pressão parcial crescente, provê um novo diâmetro de poro e uma área de poro incremental correspondente e um volume centralizado sobre o diâmetro médio do poro entre doses sucessivas. O diâmetro de poro médio é a média matemática dos diâmetros de poro calculados mais baixos e mais altos, correspondendo às pressões parciais de gás de nitrogênio mais baixas e mais

20 altas, distribuídas em doses sucessivas. A pressão parcial mais baixa, utilizada para analisar as composições de material em partículas da presente invenção foi de aproximadamente 0,001 atmosferas, o que corresponde, de um modo teórico, a aproximadamente 4,5 Å de diâmetro. Esta é apenas ligeiramente maior do que a dimensão molecular menor amplamente aceita (3,5 Å) do gás

25 de nitrogênio. Embora haja controvérsia dentre os versados na análise de adsorção de gás sobre se esta técnica pode ser usada de um modo a quantificar precisamente os diâmetros de poro menores do que cerca de 17 Å usando as relações matemáticas estabelecidas e as determinações, a informação provida através deste método foi, apesar disto, tida como sendo útil para a

caracterização das composições da presente invenção.

A temperatura de transição vítrea denota uma alteração de fase de segunda ordem, caracterizada pela transformação de uma composição em pó a partir de um estado sólido em partículas vítreo rígido a um estado sólido em partículas gomoso amolecido. De um modo geral, as solubilidades do gás e as taxas de difusão no interior da fase sólida de composições em partículas são, de um modo típico, significativos apenas em materiais na ou acima da temperatura de transição vítrea. A temperatura de transição vítrea é dependente da composição química e do nível de umidade e, de um modo geral, um peso molecular médio mais baixo e/ ou uma umidade mais alta irão reduzir a temperatura de transição vítrea. A temperatura de transição vítrea pode ser, de um modo intencional, aumentada ou reduzida através do simples decréscimo ou aumento, respectivamente, do teor de umidade do pó, usando qualquer método conhecido daqueles versados na técnica. A temperatura de transição vítrea pode ser medida através do uso de técnicas de calorimetria de varredura diferencial (DSC) ou de análise mecânica térmica (TMA).

De acordo ainda com um outro aspecto da invenção, as composições de efusão de gás aqui descritas são, de um modo preferido, manufaturadas de acordo com um método, que compreende contatar um ingrediente em partículas, secado por pulverização, injetado a gás, solúvel, que compreende partículas tendo uma superfície externa, uma pluralidade de vazios internos no interior das partículas e uma pluralidade de passagens de diâmetro restritivo no interior das partículas com o gás comestível em uma primeira alta pressão, de um modo tal que o gás comestível passe através das passagens de diâmetro restritivo a partir da superfície externa, ao interior dos vazios internos, de um modo a prover partículas, nas quais os vazios internos contenham o gás comestível na segunda alta pressão, e então permitindo com que o gás comestível no interior dos vazios internos na segunda alta pressão escape, de um modo lento e controlável, a partir dos vazios internos, através

das passagens restritivas, quando as partículas são removidas a partir do contato com o gás na primeira alta pressão, mas é mais alta do que a pressão ambiente. Isto pode ser executado, por exemplo, através da vedação de um pó secado por pulverização, injetado a gás, tendo uma estrutura de partícula apropriada em um caso adequado, pressurizando o vaso com o gás comprimido durante um período de tempo efetivo para encher os vazios internos das partículas com o gás pressurizado, e liberando a pressão no vaso, de um modo a recuperar a composição de efusão de gás. O método preferido é o de conduzir a pressurização do gás e a despressurização do pó no vaso de pressão, em temperatura ambiente, sem o aquecimento ou o resfriamento externo. A temperatura do pó permanece abaixo da temperatura de transição vítrea durante os estágios de pressurização e de despressurização. De acordo com este método, as composições de efusão de gás podem ser produzidas em bateladas, ou de um modo contínuo, usando quaisquer meios adequados.

Em uma forma preferida, a composição em partículas compreende um pó de leite desnatado secado por pulverização, injetado a gás, de baixa densidade (SMP) tendo uma estrutura amorfa. De um modo preferido, a pressão no vaso de pressão está na faixa de 100- 5000 psi (690 - 34500 kPa), de um modo mais preferido de 500- 3000 psi (3450- 20700 kPa), e de um modo ainda mais preferido de 1000 – 2000 psi (6900- 13800 kPa). O uso de gás de nitrogênio (N_2) é preferido, mas qualquer outro gás de grau alimentício pode ser usado para pressurizar o vaso, incluindo ar, dióxido de carbono, óxido nitroso, argônio, oxigênio, hélio, hidrogênio, ou uma mistura dos mesmos.

A quantidade de tempo requerida para encher os vazios internos abertos nas partículas, que compreendem um pó, com o gás pressurizado, depende da pressão do gás e da composição do gás utilizado e pode ser prontamente determinada por aqueles versados na técnica. De um modo típico, o período de tempo de pressurização de gás é de pelo menos

cerca de 1 minuto e, de um modo preferido, de pelo menos cerca de 5 minutos, mas pode ser até de várias horas ou dias, em especial quando pressões de gás relativamente baixas são usadas. Em alguns casos, podem ser necessárias semanas para que os vazios internos abertos nas partículas sejam

5 preenchidos, de um modo completo, com o gás pressurizado. O enchimento lento pode ser, de um modo intencionalmente benéfico, projetado como um processo, tal que em aplicações de produto em que o pó, ou uma mistura contendo o pó, são embalada sob uma atmosfera de gás pressurizado de um modo relativamente baixo ou moderado, e enviado através de lojas ou canais

10 de distribuição do produto, antes que seja alcançado o consumidor algum tempo após. O teor de gás retido em pó e a capacidade de formação de espuma resultante são aumentados, de um modo geral, com o período de tempo de processamento e a pressão do gás.

De um modo vantajoso, as composições de efusão de gás da

15 presente invenção são capazes de fornecer volumes compráveis a composições de formação de espuma convencionais, contendo o gás pressurizado retido em poros fechados ou em vazios internos vedados, em um custo significativamente mais baixo e em uma taxa de processamento mais rápida, porque não há a necessidade de aquecer e de resfriar o material em

20 partículas. O aquecimento e o resfriamento das composições em partículas sob o gás pressurizado requerem, de um modo típico, o uso de um equipamento especializado mais custoso, prolongam os tempos de processamento requeridos, e podem causar uma aglomeração de pó indesejável, a alteração do aroma ou da cor, e a incrustação do equipamento.

25 As composições de efusão de gás da presente invenção são também capazes de aumentar o aspecto leitoso percebido pelo consumidor e a estabilidade da espuma de produtos que incorporam as composições, em relação ao uso de composições de formação de espuma não - proteína comerciais, contendo o gás pressurizado retido.

As composições de efusão de gás da presente invenção são capazes de distribuir maiores volumes de gás do que os pós formadores de espuma secados por pulverização, injetados a gás, convencionais. Tais pós formadores de espuma atmosféricos, secados por pulverização, injetados a gás, possuem, de um modo típico, uma densidade de massa em uma faixa de entre cerca de 0,1 – 03 g/ ml, e o teor de gás está situado em uma faixa de entre cerca de 2-5 ml por grama de pó formador de espuma. Em contraste, as composições de efusão de gás da presente invenção, que possuem uma densidade de massa similar aos pós formadores de espuma atmosféricos, possuem teores de gás, no momento de uso, quando reconstituídas com um líquido, preferivelmente de pelo menos cerca de 8 ml, mais preferivelmente de pelo menos cerca de 12 ml, e de um modo mais preferido de pelo menos cerca de 16 ml, por grama da composição de efusão de gás. Se desejado, os teores de gás das composições de efusão de gás, no momento de uso, quando reconstituídas com um líquido, podem ser adicionalmente aumentados, tais que de até cerca de 30 ml, possivelmente de até 40 ml, ou possivelmente de até cerca de 50ml, ou mais altos, por grama de composição de efusão de gás.

Os teores de gás aumentado podem ser providos, por exemplo, através da utilização de pressões de gás mais altas, de períodos de tempo de pressurização de gás mais longos, de gases de peso molecular mais alto, armazenamento em pressões mais altas ou em temperaturas mais baixas, ou qualquer combinação dos mesmos, de acordo com os métodos da presente invenção. No entanto, aumentos nos teores de gás para mais do que cerca de 30 ml por grama de composição de efusão de gás podem prover células de espuma maiores do que pode ser desejado, quando reconstituídas com um líquido em algumas aplicações de produto, devido a uma maior expansão relativa do gás pressurizado liberado ao interior de líquidos. Portanto, em algumas aplicações, pode ser preferível usar um peso maior de uma composição de efusão de gás, tendo um teor de gás mais baixo. O teor de gás

adequado, o peso, a composição do gás e as condições de armazenamento para as aplicações de produto individual podem ser prontamente determinados através de métodos conhecidos daqueles versados na técnica.

Devido a seus teores de gás muito mais altos, as composições de efusão de gás da presente invenção são capazes de fornecer volumes de espuma muito maiores do que os pós formadores de espuma atmosférica secados por pulverização, injetados a gás, convencionais. Por exemplo, no caso de bebidas quentes, tais que misturas de café capucino instantâneas reconstituídas, os pós formadores de espuma atmosférica secados por pulverização, injetados a gás, convencionais, fornecem, de um modo típico, volumes de espuma em uma faixa de entre cerca de 2- 6 ml por grama de pó formador de espuma. Em contraste, em tais aplicações de bebida quente, e de um modo geral, as composições de efusão de gás da presente invenção fornecem, de um modo preferido, volumes de espuma de pelo menos cerca de 12 ml, de um modo mais preferido de pelo menos cerca de 18 ml, e de um modo ainda mais preferido de pelo menos cerca de 24 ml, por grama da composição de efusão de gás. Se desejado, os volumes de espuma providos, no momento de uso quando reconstituídos com um líquido, podem, de um modo opcional, ser adicionalmente processados, tais que de até 70 ml, ou mais altos, por grama de composição de efusão de gás. Tais volumes de espuma aumentados podem ser providos através da utilização de composições de efusão de gás tendo teores de gás mais altos.

O teor de gás pode ser determinado pela colocação de um peso conhecido de um pó formador de espuma atmosférico ou uma composição de efusão de gás, isoladamente ou junto com ingredientes, que ou não produzem uma quantidade significativa de espuma, ou produzem uma quantidade conhecida de espuma, ao interior de um béquer tendo 65 mm (6,5 cm) de diâmetro interno, adicionando 150 ml de água em uma temperatura de 88°C, agitando para a dissolução, e medindo a altura de espuma inicial contra a

parede do béquer, usando uma água milimétrica. A fração de volume de gás, presente na espuma, pode ser determinada através da colocação de um amostra de espuma o interior de um cilindro graduado, dividindo o peso medido (g) pelo volume medido (ml), de um modo a obter uma densidade de espuma (g/ ml), dividindo a densidade de espuma pela densidade medida (g/ ml) da solução (obtida através da pesagem de um volume conhecido de solução após espuma ser dissipada), e então pela subtração do resultado a partir de 1,0. Na prática, a densidade da solução está muito próxima daquela da água, e a divisão da densidade da espuma pela densidade da solução serve para tornar a fração de volume de gás sem dimensão. A fração de volume de gás é, de um modo típico, de cerca de 0,8 para a espuma provida por produtos capucino quentes, mas pode ser ligeiramente mais alta ou mais baixa. O volume de espuma (ml ou cm³) pode ser determinado através da multiplicação da altura da espuma inicial (cm) pela área de seção transversal cilíndrica do béquer (cm²). O volume de espuma   então multiplicado pela fração de volume de gás, de um modo a que seja obtido um volume de gás na altura da espuma inicial medida. Aquele volume de gás, que corresponde   temperatura da solução medida (de um modo geral , cerca de 75 C para capucino quente),   então corrigido para baixo, usando a equação de gás ideal, de um modo a corresponder a um volume de gás equivalente a 25 C . Isto acarreta a multiplicação do volume de gás pela razão de temperatura mais baixa para mais alta, em unidades Kelvin (K). Por exemplo, de um modo a corrigir a partir de 75 C para 25 C, o volume de gás é multiplicado por 298 K/ 348K. O volume de gás resultante (ml)   então dividido pelo peso do p  (g) de um modo a que seja obtido o teor de gás (ml/ g) do p . Se uma mistura contiver um ingrediente, que aumente, de um modo significativo a altura da espuma da bebida, a sua contribuição   subtraída daquela do p , antes que o teor de gás seja relatado. Se a composição contiver qualquer ingrediente que possua um efeito de desestabilização significativo sobre a espuma, esta fórmula iria

prover um valor erroneamente baixo.

As composições de efusão de gás da presente invenção fornecem, de um modo preferido, pelo menos cerca de três vezes, e de um modo mais preferido pelo menos cerca de quatro vezes, do teor de gás e
5 forneceram volumes de espuma do ingrediente em partículas original, seja no momento do uso ou quando reconstituídas com um líquido, ou imediatamente após despressurização. De um modo opcional, a pressurização pode ser conduzida sob condições de acordo com os métodos da presente invenção, de um modo a propiciar até mesmo aumentos adicionais no teor de gás e no
10 volume de espuma fornecido, tais que de cerca de cinco vezes, ou mais altos. Anteriormente à presente invenção, tais aumentos no teor de gás o no volume de espuma fornecido apenas poderiam ser alcançados usando métodos demorados e custosos, que requerem com que as partículas sejam aquecidas a uma temperatura acima da temperatura de transição vítrea (T_g) do material
15 em partículas amorfo (e então resfriado a abaixo da T_g), enquanto sob uma pressurização de gás aplicada, efetiva para reter o gás pressurizado nos vazios internos vedados ou em poros fechados, presentes no mesmo.

Quando qualquer uma de altura da espuma da bebida, altura da espuma incremental, teor de gás da composição, ou volume de espuma
20 fornecidos for representado graficamente contra o período de tempo da composição de efusão de gás, sendo iniciado após a despressurização, a taxa de decréscimo nestes atributos irá, de um modo geral, seguir uma equação em linha reta, tendo a forma $y = A \log x + B$, em que y é um dos atributos mencionados, $\log x$ é o logaritmo ($\log$ ou $\ln$) do período de tempo de
25 armazenamento x , e A (inclinação) e B (interceptação do eixo y) são constantes determinadas experimentalmente, que são específicas para a composição em partículas, usada para a produção da composição de efusão de gás. Uma vantagem da identificação e uso de uma tal equação é a de que a taxa de efusão de gás pode ser derivada, de um modo experimental, através da

medição da taxa de decréscimo de qualquer um dos tributos mencionados, ao longo de um período de tempo de armazenamento relativamente curto, tal que de horas ou dias, e a informação obtida pode ser usada, de um modo a prever uma vida em prateleira útil no momento em que a composição alcança o

5 equilíbrio com a atmosfera circundante, tal que possa ocorrer semanas, meses ou anos após. Por exemplo, a equação de linha reta mencionada pode ser derivada de um modo experimental, junto com os valores A e B, de um modo a prever a taxa de decréscimo na altura da espuma incremental da bebida, correspondendo à taxa de efusão, durante um período de vários dias. A

10 equação pode ser solucionada matematicamente, por exemplo através de um ajuste de y igual a zero (sem altura de espuma incremental), de um modo a prever o período de tempo x, no qual a composição alcança o equilíbrio com a atmosfera circundante, correspondendo à duração da efusão. A equação pode ser solucionada para qualquer outro período de tempo de interesse, x, de

15 interesse, de um modo a prever a altura da espuma incremental da bebida naquele período de tempo, e a taxa correspondente de efusão.

Deste modo, o método da presente invenção pode prover numerosas vantagens de processamento em relação aos métodos convencionais de aumento dos teores de gás e forneceu volumes de espuma

20 de ingredientes em partículas amorfos. Uma outra vantagem da presente invenção consiste em que as composições de formação de espuma de efusão de gás possam ser convenientemente preenchidas com gás pressurizado, se desejado, após algum período de tempo de armazenamento, de um modo a aumentar os seus teores de gás e os volumes de espuma fornecidos. Uma

25 outra vantagem da presente invenção consiste em que o uso de gases diferentes possa prover composições de efusão de gás tendo teores de gás diferentes e taxas de efusão de gás diferentes.

De um modo vantajoso, as composições de efusão de gás podem ser usados imediatamente, isoladamente ou como ingredientes para

formular produtos alimentícios e podem, de um modo opcional, ser embaladas sob pressão, de um modo a prover uma vida em prateleira adequada para a distribuição comercial. Os ingredientes em partículas adequados, usados no caso desta invenção, podem ser provenientes de fontes comerciais, de um modo fácil e rápido carregadas com gás pressurizado anteriormente à distribuição, ou carregadas, mediante demanda, por um usuário de serviço alimentar, em temperatura ambiente, e usando um equipamento disponível ou dispositivos portáteis.

O uso preferido para estas composições de formação de espuma de efusão de gás é em misturas de bebidas solúveis, de um modo particular no caso de café instantâneo e de misturas de capucino. No entanto, elas podem ser usadas em qualquer produto alimentício instantâneo, que possa ser reidratado com líquido. Embora estas composições de formação de espuma possam, de um modo típico, ser bem dissolvidas em líquidos frios, de um modo a produzir a espuma, a dissolução e a capacidade de formação de espuma são, de um modo geral, aperfeiçoadas pela reconstituição em líquidos quentes. As aplicações podem incluir, por exemplo, bebidas instantâneas, sobremesas, pós de queijo, cereais, sopas, pós de coberturas, molhos, e outros produtos.

20 **EXEMPLOS**

Os exemplos neste ilustram, de um modo adicional, várias características da invenção, mas não limitam, de modo algum, o escopo da invenção, tal como reivindicado nas reivindicações apensas. A não ser que mencionado de um outro modo, todos os percentuais e razão estão em peso.

Os exemplos operacionais que se seguem demonstram a utilidade de composições de efusão de gás da presente invenção, aumentando grandemente os volumes de espuma ou excedentes, que possam ser obtidos a partir de produtos alimentícios, tais que no caso de capucino quente instantâneo e de misturas de cacau, misturas de cobertura de sobremesa frias

instantâneas, cafés fermentados embranquecidos, misturas de sopa de formação de espuma, produtos de cereais, misturas de sobremesa, misturas de molho, milk shakes, e os similares.

EXEMPLO 1

5 Uma composição de efusão de gás foi preparada a partir de leite em pó desnatado, secado por pulverização, injetado a gás, de baixa densidade, obtido de fonte comercial (SMP) (Lote 1) (Diehl Foods; Defiance, Ohio; pó NFDM da marca Cocoa Riche LD tendo uma estrutura amorfa, uma temperatura de transição vítrea (T_g) de 44°C, e uma pluralidade de vazios
10 internos. Uma amostra de 6,0 gramas de SMP foi colocada em um vaso de pressão de aço inoxidável de 75 ml (cilindro de amostragem de gás Whitey; ajustado para uma pressão máxima de 1800 psi (12420 kPa)), que foi pressurizado a 1000 psi (6900 kPa) com gás de nitrogênio, a 25°C. O vaso foi vedado pelo fechamento de uma válvula, que conecta o vaso à fonte de gás de
15 nitrogênio. O vaso foi mantido durante 5 minutos e então despressurizado através de ventilação, de um modo a que seja obtida a composição SMP de efusão de gás.

 Antes da pressurização, o SMP apresentou uma densidade de massa de 0,22 g/ml, uma densidade de compactação de 0,31 g/ml, uma
20 densidade de material de 1,44 g/ml, uma densidade aparente de 0,63 g/ml, um volume de vazio interno de 2,88 ml/g, e um volume de vazio interno aparente (AIVV) de 0,89 ml/g (56% de AIVV em volume). Deste modo, o volume de vazio interno medido antes da pressurização foi 1,99 ml/g maior (isto é, 3,2 vezes maior) do que o AIVV. Após a pressurização, o SMP tinha
25 uma densidade aparente de 0,70 g/ml e um AIVV de 0,73 ml/g (51% de AIVV, em volume).

 Uma mistura de capucino (Amostra 1a) foi preparada pela adição de 5,5 g desta composição SMP de efusão de gás a 2,0 g de pó de café solúvel, 4,0 g de açúcar, e 2,5 g de um pó branqueador de café de alta

densidade, não formador de espuma, com 50% de gordura. Uma mistura de capucino comparativa (Amostra 1 b) foi preparada de acordo com a fórmula acima, mas substituindo a composição SMP por SMP não tratado (Lote 1). Cada mistura foi reconstituída cinco minutos após a despressurização com
5 150 ml de água a 88°C em um béquero de 250 ml tendo um diâmetro interno de 65 mm. A adição da composição SMP de efusão de gás foi verificada como sendo capaz de aumentar a altura da espuma da bebida inicial em relação à mistura de capucino comparativa com o SMP não tratado. De um modo mais específico, a mistura de capucino da Amostra 1a, contendo a composição
10 SMP de efusão de gás, apresentou uma altura de espuma de 39 mm, enquanto que na Amostra 1b, a mistura de capucino contendo o SMP não tratado possuía uma altura de espuma de apenas 10 mm.

Deste modo, o teor de gás da composição SMP de efusão de gás, no momento da reconstituição, foi de cerca de 16 ml/ g, enquanto que o
15 de SMP não tratado foi apenas de cerca de 4 ml/ g. O volume de espuma fornecido da composição SMP de efusão de gás, no momento da reconstituição, foi de cerca de 23 ml/ g, enquanto que o de SMP não tratado foi apenas de cerca de 6 ml/g. Deste modo, pode ser observado que o método da presente invenção forneceu cerca de quatro vezes o teor de gás e forneceu
20 o volume de espuma nesta aplicação.

Misturas de capucino adicionais (Amostras 1c-1q) foram preparadas de acordo com a fórmula da Amostra 1a e armazenadas durante períodos de tempo variáveis, em temperatura ambiente, em jarros de vidro fechados, que foram vedados com tampas rosqueadas de material com gaxeta
25 (isto é, não vedadas de um modo hermético). Quando as misturas foram reconstituídas com água quente, tal como acima descrito, as alturas de espuma da bebida inicial diminuíram como uma função do período de tempo em que a mistura havia sido armazenada. De um modo mais específico, como ilustrado na Figura 1, uma redução logarítmica geral (coeficiente de correlação de 0,99)

foi observada nas alturas de espuma da bebida inicial, como uma função do período de tempo de armazenamento. Os dados experimentais são sumariados na Tabela 1 abaixo.

As alturas de espuma da bebida inicial incrementais foram calculadas através da subtração da altura de espuma da bebida inicial da mistura de capucino, formuladas com o SMP não tratado (Amostra 1) a partir da altura de espuma da bebida inicial das misturas de capucino armazenadas, formuladas com a composição SMP de efusão de gás. Como pode ser observado na Figura 2, a representação gráfica das alturas de espuma inicial incrementais como uma função do logaritmo natural ($\ln$) do período de tempo de armazenamento da mistura provê uma linha reta (coeficiente de correlação de 0,99) tendo uma inclinação (A) de -2.2323 e uma intercepção do eixo y de 31,54. A extrapolação da linha para zero da altura de espuma incremental (através do ajuste de y igual a zero e solução da equação de linha reta) prevê que um período de armazenamento de cerca de 950 dias seria requerido para que todo o gás pressurizado mantido dentro da estrutura de poro da composição SMP de efusão de gás fosse equilibrado (isto é, diminuído para uma pressão de 1 atmosfera) com a atmosfera circundante. Mesmo com o entendimento adquirido de que o mecanismo de efusão de gás controla o comportamento das composições da presente invenção, isto constitui um resultado surpreendente, considerando que o SMP foi contatado com gás pressurizado durante apenas cinco minutos durante a carga de gás. Se o mecanismo subjacente da operação não tiver sido elucidado e modelado matematicamente durante o desenvolvimento da presente invenção, um tal resultado seria difícil de ser previsto. O volume de gás seria efundido a partir da composição SMP de efusão de gás durante o período de armazenamento entre 0,0021 dias (primeiro ponto de dados) e 950 dias podendo ser obtido através da subtração do teor de gás do SMP não tratado (cerca de 4 ml/g) a partir do teor de gás do SMP tratado (cerca de 16 ml/ g) em 0,0021 dias. A

taxa de efusão para o SMP tratado seria, portanto, de cerca de 12 ml/g para 950 dias, ou de cerca de 0,013 ml/ g/ dia. Se a taxa de efusão for calculada para cada período de tempo antes do período de armazenamento de 950 dias, um valor mais alto é obtido, pois a taxa inicial de efusão é muito elevada e diminui, de um modo geral, exponencialmente ao longo do tempo.

Tabela 1: Período de Tempo de Armazenamento da Mistura de Capucino e Alturas de Escuma Iniciais da Bebida

Amostra	Período de Tempo de Armazenamento (Dias)	Altura da Escuma Inicial (mm)	Altura da Escuma Inicial Incremental (mm)	Período de Tempo de Armazenamento (Ln min)
1c	0,0021	39	29	1,099
1d	0,0035	37	27	1,609
1e	0,0059	36	26	2,140
1f	0,0208	34	24	3,401
1g	0,0521	33	23	4,317
1h	0,2083	30	20	5,704
1i	0,833	27	17	7,090
1j	3,833	23	13	8,616
1k	8,125	20	10	9,367
1l	21,08	17,5	7,5	10,321
1m	33,94	16	6	10,797
1n	83,04	15	5	11,692
1o	259	13	3	12,829
1p	479	12	2	13,444
1q	731	11	1	13,867
Ponto Final de Equilíbrio Previsto pela Linha de Tendência da Figura 2				
	950	10	0	14,129

EXEMPLO 2

Lotes adicionais (Lotes 2 e 3) do SMP de fonte comercial do Exemplo 1 foram pressurizados usando o método do Exemplo 1. Antes da pressurização, o SMP do Lote 2 possuía uma densidade de massa de 0,23 g/ ml, uma densidade de compactação de 0,32 g/ ml, uma densidade de material de 1,44 g/ ml, e uma densidade aparente de 0, 87 g/ ml, um volume de vazio interno de 2, 82 ml/ e um AIVV de 0,45 ml/ g (40% em volume). Deste modo, o volume de vazio interno, medido após a pressurização, foi de 1,95 ml/ g

maior (isto é, 3, 2 vezes maior) do que o AIVV. Após a pressurização, o SMP do Lote 2 possuía uma densidade aparente de 1,06 g/ ml e um AIVV de 0,25 ml/ g (26% em volume). Antes da pressurização, o SMP do Lote 3 possuía uma densidade de massa de 0,24 g/ ml, uma densidade de compactação de 0,33 g/ ml, uma densidade de material de 1,44 g/ ml, uma densidade aparente de 0,72 g/ ml, um volume de vazio interno de 2, 64 ml/ g, e um AIVV de 0, 69 ml/g (50% em volume). Deste modo, o volume de vazio interno, medido antes da pressurização, foi de 2,57 ml/ g maior (isto é, 3, 8 vezes maior) do que o AIVV. Após a pressurização, o SMP do Lote 3 possuía uma densidade aparente de 0,80 g/ ml e um AIVV de 0,56 ml/g (44%, em volume).

As composições de efusão de gás, preparadas a partir do SMP dos Lotes 2 e 3 foram incorporadas em misturas de capucino (Amostras 2a e 2b, respectivamente) de acordo com a fórmula da Amostra 1a, de um modo a determinar o efeito da variabilidade da produção de SMP sobre o tratamento de pressão e o desempenho de formação de espuma resultante. Quando da reconstituição com água quente, tal como descrito no Exemplo 1, as Amostras 2a e 2b forneceram alturas de espuma de bebida iniciais de 24 mm e de 36 mm, respectivamente. Foram preparadas misturas de capucino comparativas (Amostras 2c e 2 d), nas quais as composições de efusão de gás foram substituídas pelo o mesmo peso do SMP não tratado dos Lotes 2 e 3.. Ambas as amostras comparativas forneceram uma altura de espuma de bebida final de apenas 10 mm. [0082] Deste modo, o teor de gás das composições de SMP de efusão de gás, no momento da reconstituição, nas Amostras 2a e 2b, foram de cerca de 10 ml/g e de cerca de 15 ml /g, respectivamente, enquanto que o teor de gás de ambas as composições de SMP não tratadas (Amostras 2c e 2 d) foi apenas de 4 ml/ g. O volume de espuma fornecido das composições de SMP de efusão de gás, no momento da reconstituição, nas Amostras 2a e 2b, foram de cerca de 14 ml/ g e de cerca de 22ml/g, respectivamente, enquanto que aquele das composições de SMP não tratadas (Amostras 2c e 2d) foi de

apenas cerca de 6 ml/g. Deste modo, as composições de efusão de gás das Amostras 2 a e 2b apresentaram teores de gás e forneceram volumes de espuma, que eram quase três vezes e quase quatro vezes, respectivamente, mais altos do que o SMP não tratado no momento de uso, quando reconstituídos com água quente nesta aplicação de produto. Se desejado, aumentos adicionais poderiam ser facilmente alcançados através do uso de pressões de gás mais altas durante a carga de gás, ou de outras modificações de processamento de acordo com o método da presente invenção.

A seguir, uma amostra de 6,0 g de um leite em pó desnatado, secado por pulverização, de alta densidade, de fonte comercial (SMP)) (pó NFDM; DairyAmerica; Fresno, California) foi pressurizado de acordo com o método do Exemplo 1, e 5,5 g do SMP de alta densidade pressurizado foi incorporado em uma mistura de capucino (Amostra 2e), preparada de acordo com a fórmula da Amostra 1a. Antes da pressurização, este SMP de alta densidade apresentou uma densidade de massa de 0,46 g/ ml, uma densidade de compactação de 0,74 g/ ml, uma densidade aparente de 1,26 g/ ml, e um AIVV de 0,11 ml/ g (13%, em volume). Após a pressurização, ele apresentou uma densidade aparente de 1,27 g/ ml e um AIVV de 0,09 ml/ g (12% em volume). Mediante a reconstituição com água quente, tal como descrito no Exemplo 1, o pó pressurizado forneceu uma altura de espuma da bebida inicial de apenas 5 mm, sem a cobertura completa da superfície da bebida. Uma outra mistura de capucino comparativa foi preparada, na qual o SMP de alta densidade pressurizado acima foi substituído pelo mesmo peso de SMP de alta densidade não tratado. Quando reconstituído sob as mesmas condições que acima, esta amostra também forneceu uma altura de espuma inicial de 5 mm, sem a cobertura completa da superfície da bebida. Isto indica que o tratamento de pressão de SMP de alta densidade não produz uma composição de efusão de gás. Os teores de gás do SMP de alta densidade tratado e não tratado foram de apenas cerca de 1ml/ g, e os volumes de espuma fornecidos

foram inferiores a 2 ml/ g. Estes resultados podem estar diretamente ligados à estrutura de ingrediente em partículas de SMP de alta densidade inadequada e à estrutura de poro. Tais inadequabilidades incluem a densidade de massa e a densidade aparente que são muitas altas, e o AIVV e o % de AIVV que são também muito baixos, tornando a estrutura do ingrediente em partículas de SMP de alta densidade e a estrutura do poro inadequadas para reter o gás pressurizado em vazios internos abertos.

EXEMPLO 3

O exemplo que se segue demonstra os efeitos da pressão de gás e do período de tempo de pressurização sobre a capacidade de formação de espuma das composições de efusão de gás desta invenção, quando incorporadas em uma mistura de capucino, como acima descrito. Amostras de 6,0 g adicionais do SMP do lote 3 do Exemplo 2 foram pressurizadas com gás de nitrogênio a 125 psi (862,5 kPa), 250 psi (1725 kPa), 375 psi (2587, 5 kPa), 500 psi (3450 kPa), 750 psi (5175 kPa), 1000 psi (6900 kPa), e 1250 psi (8625 kPa) usando o método do Exemplo 1, de um modo a que seja obtida uma série de composições de efusão de gás, amostras de 5,5 g destas composições de efusão de gás sendo preparadas em diferentes pressões foram separadamente suadas para formular as misturas de capucino (Amostras 3a – 3g) de acordo com a fórmula da Amostra 1a e reconstituídas 5 minutos após a despressurização de SMP de acordo com o método do Exemplo 1.

As alturas de espuma da bebida inicial foram medidas e os resultados são apresentados na Tabela 2 abaixo e na Figura 3. Como pode ser observado a partir da Figura 3, as alturas de espuma iniciais, representadas graficamente como uma função da pressão usada para preparar as composições de efusão de gás, aumentaram inicialmente de um modo desproporcional com o aumento da pressão entre 0- 500 psi (0 – 3450 kPa) e então aumentaram, de um modo linear, entre 500- 1250 psi (3450 kPa – 8625 kPa). Este comportamento indicou que 5 minutos de pressurização foram

insuficientes para que fosse alcançado o equilíbrio na fixa de pressão mais baixa. Vários experimentos adicionais foram conduzidos de um modo a testar esta hipótese. A pressurização de uma outra amostra de SMP do Lote 3 a 500 psi (3450 kPa) durante 30 minutos não resultou em um aumento na altura da
5 espuma inicial, sugerindo que um equilíbrio comparável foi alcançado em 5 minutos. No entanto, a pressurização de uma amostra de SMP do Lote 3 a 250 psi (1725 kPa) durante 30 minutos aumentou a altura da espuma inicial de algum modo, sugerindo que um equilíbrio comparável não foi alcançado em 5 minutos. Uma outra amostra do SMP do Lote 3 pressurizada a 250 psi (1725
10 kPa) durante 20 horas (um período de tempo esperado como capaz de superar um equilíbrio comparável) aumentou grandemente a altura da espuma inicial e o novo ponto caiu diretamente em uma linha de tendência reta, formada através da extrapolação da porção linear de 500 – 1250 psi (3450 – 8625 kPa) do gráfico para pressões mais baixas e mais altas. Este resultado indicou que o
15 período de tempo de pressurização de 5 minutos poderia ser similarmente encurtado, de um modo significativo e progressivo, em pressões superiores a cerca de 500 psi (3450 kPa).

Quando o material de partida de SMP do Lote 3 não tratado forneceu apenas 4 ml de gás por grama na bebida de capucino, as
20 composições de SMP de efusão de gás, na faixa testada, forneceram cerca de 16 ml de gás por grama. Foi também evidenciado que a vasta maioria do gás retido nas amostras de SMP, que alcançaram o equilíbrio aparente em pressões de carga de gás relativamente altas foi perdida no período de tempo entre a despressurização e a reconstituição da mistura de capucino. Embora
25 sem desejarmos estar limitados pela teoria, na faixa testada, acredita-se que as pressões de gás médias no interior dos vazios internos abertos das amostras de SMP estavam igualmente em uma faixa de apenas cerca de 1 a 6 atmosferas (atm) no momento da reconstituição, a despeito do tratamento com pressões de gás de até cerca de 85 atm (1250 psi) (8625 kPa).

Portanto, embora pressões de gás relativamente altas sejam requeridas, de um modo a carregar muito rapidamente o SMP com gás comprimido, a retenção de apenas um pequeno resíduo daquele gás pode aumentar grandemente o teor de gás e a capacidade de formação de espuma de produtos, que incorporam as composições de efusão de gás da presente invenção. Além disso, como o pequeno resíduo de gás é efundido em uma taxa relativamente lenta, as composições de efusão de gás podem ser manipuladas sem tanta urgência. Isto provê uma oportunidade para carregar rapidamente um pó, usando uma pressão de gás relativamente alta, de um modo a que seja obtida uma composição de efusão de gás, incorporar a composição de efusão de gás em um produto alimentício, e então embalar o produto alimentício sob uma pressão mais baixa, de um modo reter um resíduo de gás na composição de efusão de gás, efetivo para aumentar grandemente a capacidade de formação de espuma do produto alimentício reconstituído. De um modo alternativo, um produto alimentício, formulado com uma composição de efusão de gás, pode ser carregado com gás pressurizado, de um modo a aumentar a capacidade de formação de espuma através da combinação de todos os ingredientes, embalar sob pressão relativamente baixa ou moderada, e proporcionar um período de tempo suficiente para que o gás seja introduzido nos vazios internos abertos da composição, antes da abertura da embalagem e da reconstituição do produto alimentício.

Deve ser observado que, a não ser que mencionado de um outro modo nos exemplos aqui providos, o vaso de pressão foi fechado imediatamente após a pressurização. Deste modo, as pressões apresentadas nas Figuras 1, 2 e 3 são pressões iniciais. Como algumas composições, tais que os ingredientes de SMP dos Exemplos 1 e 2, possuem volumes de vazio internos abertos grandes, a pressão inicial no vaso pode cair, de um modo significativo, à medida em que o gás pressurizado flui a partir do vaso de

pressão ao interior dos vazios da partícula. Embora sem desejarmos estar limitados pela teoria, isto é tido como sendo capaz de explicar porque a linha de tendência tracejada, extrapolada para a pressão zero (pressão de calibre; igual a uma pressão absoluta de 1 atm e pressão ambiente) na Figura 3 não é entrecruzada com a altura de espuma de 10 mm da mistura de capucino comparativa, que substituiu o SMP pressurizado com o mesmo peso do SMP não pressurizado.

Foi considerada a hipótese de que a adição suplementar de gás pressurizado ao vaso durante um período de retenção, efetivo para manter a pressão constante, poderia ainda aumentar as alturas de espuma da bebida e produzir uma linha de tendência de dados extrapolada mais aguda. De um modo a testar esta hipótese, uma amostra de 6,0 g adicional do SMP do Lote 3 foi colocada em um vaso de 75 ml, que foi então pressurizado para 1000 psi (6900 kPa) com gás de nitrogênio a 25°C, mantido sob uma pressão de 1000 psi (6900 kPa) constante, durante 5 minutos, através da manutenção do vaso aberto à fonte de gás de nitrogênio, e despressurizado através de ventilação. De um modo a que seja obtida uma composição de efusão de gás, uma amostra de 5,5 g deste SMP de efusão de gás foi incorporada em uma mistura de capucino de acordo com a fórmula do Exemplo 1a (Amostra 3 h). Quando a mistura foi reconstituída 5 minutos após a despressurização, uma altura de espuma de bebida inicial de 42 mm foi obtida. Esta era significativamente maior (em cerca de 17%) do que a altura de espuma da bebida inicial de 36 mm, obtida quando o vaso foi vedado durante o período de retenção, deste modo demonstrando que o método era eficaz para aumentar, ainda mais, a capacidade de formação de espuma das composições de efusão de gás desta invenção.

Os teores de gás das composições de SMP de efusão de gás, que fornecem alturas de espuma iniciais de 42 mm e de 36 mm, no momento da reconstituição com água quente, foram de cerca de 17 ml/ g e de cerca de

15 ml/g, respectivamente. Os volumes de espuma fornecidos das composições de SMP de efusão de gás, no momento de reconstituição com água quente, foram de cerca de 25 ml/ g e de cerca de 22 ml/g, respectivamente, enquanto que aquele do SMP não tratado foi apenas de cerca de 6 ml/g. Deste modo, pode ser observado que o método da presente invenção forneceu cerca de quatro vezes o teor de gás e forneceu o volume de espuma nesta aplicação, e que estes valores podem ser adicionalmente aumentados, se desejado.

Embora sem desejarmos estar limitados pela teoria, é esperado que o uso de pressões de gás acima de 1250 psi (8625 kPa) para pressurizar o pó de SMP deveria prover alturas de espuma da bebida inicial e teores de gás da composição ainda mais altos . Por exemplo, extrapolando a linha de tendência da Figura 3 para o SMP do Lote 3 (inclinação igual a 0, 16; interceptação do eixo y igual a 20) para 1500 psi (10350 kPa), 2000 psi (13800 kPa), 3000 psi (20700 kPa), 4000 psi (27600 kPa), ou 5000 psi (34500 kPa), a pressão de gás inicial iria prever alturas de espuma iniciais de cerca de 44 mm, 52 mm, 68 mm, 84 mm, e 100 mm, respectivamente , e teores de gás de cerca de 18 ml/ g, 21 ml/g , 28 ml/ g, 35 ml/ g, e 41 ml/g, respectivamente. A pressurização das amostras de pó de SMP do Lote 3 para 1500 psi (10350 kPa), 2000 psi (13800 kPa), 3000 psi (20700 kPa), 4000 psi (27600 kPa), ou 5000 psi (34500 kPa), enquanto o vaso era mantido aberto para a fonte de gás de nitrogênio, ser esperada prover valores mais altos, tais que as alturas de espuma iniciais potenciais de cerca de 51 mm, 61 mm, 79 mm, 98 mm, ou 117 mm, respectivamente e teores de gás potenciais de cerca de 21 ml/ g, 25 ml/ g, 33 ml/ g, 40 ml/ g, ou 48ml/ g, respectivamente.

A utilização de pressões de gás muito maiores do que cerca de 1500 psi (10350 kPa) iria requerer o uso de um vaso de pressão de parede mais espessa, tendo uma graduação de pressão mais alta do que o vaso de 75 ml, utilizado nos experimentos aqui expostos. No entanto, tais vasos de pressão estão prontamente disponíveis e não precisam ser construídos de um

modo especial para resistir aos estresses de aquecimento e de resfriamento sob as pressões de gás elevadas aplicadas. Além disso, a utilização da composição de efusão de gás, que proporciona alturas de espuma inicial muito maiores do que cerca de 40 mm, iria requerer o uso de um béquer maior do que 250 ml, ou de uma quantidade reduzida de água e/ ou de peso da composição, de um modo a permitir que o béquer seja extravasado e permitir a medição da altura da espuma, de um modo a determinar o teor de gás da composição e o volume de espuma fornecido.

Tabela 2: Volume de Espuma Inicial da Bebida contra as Condições de Pressurização de SMP

Pressão de Gás (psi)	Altura da Espuma Inicial da Bebida (mm)		
	Tempo de Pressurização de 5 minutos	Tempo de pressurização de 30 minutos	Tempo de pressurização de 20 horas
0	10		
125	11		
250	15	17	24
375	21		
500	28		
750	32		
1000	36		
1250	40		

EXEMPLO 4

O exemplo que se segue demonstra a utilidade da composição de efusão de gás d presente invenção pra aumentar o volume de cobertura obtido a partir de uma mistura de cobertura de sobremesa instantânea fria.

Uma amostra de 8, 5 g adicional do SMP do Lote 3 do Exemplo 2 foi colocada em um vaso de 75 ml, que foi então pressurizado a 1000 psi (6900 kPa) com gás de nitrogênio a 25°C, vedada, retida durante 5 minutos, e despressurizada através de ventilação, de um modo a que seja obtida uma composição de efusão de gás.

Uma mistura de cobertura para sobremesa instantânea (Amostra 4a) foi preparada através da adição de 8,0 g de uma composição de efusão de gás a 5,0 g de açúcar em um béquer de 150 ml, tendo um diâmetro

interno de 53 mm. Uma mistura de cobertura de sobremesa comparativa (Amostra 4b) foi preparada de acordo com a mesma fórmula, exceto pelo fato de que a composição de efusão de gás foi substituída pelo mesmo peso de SMP não tratado. A mistura de sobremesa instantânea contendo a composição de efusão de gás (Amostra 4a) forneceu um volume e viscosidade grandemente aumentados em relação à mistura de sobremesa comparativa (Amostra 4 b) com o SMP não tratado, quando cada qual foi reconstituído com 8 ml de água fria (5°C) e agitada, de um modo a que seja dissolvida. A altura de topo no béquer com a composição de efusão de gás foi de cerca de 60 mm e cerca de 140% de espalhamento, enquanto que a altura da cobertura no béquer da mistura de sobremesa comparativa foi de cerca de 40 mm, em cerca de 60% de espalhamento. De um modo adicional, a cobertura da sobremesa com espalhamento de 140% forneceu uma textura par ser servida com colher, similar a um creme batido, indulgente, com uma sensação na boca que foi superior ao produto com 60% de espalhamento, que apresentou uma textura algo escorregadia, não adequada, de um modo ideal, para o uso como uma cobertura de sobremesa. Uma outra cobertura de sobremesa comparativa (Amostra 4c) foi preparada como acima descrito, exceto que a composição de efusão de gás foi substituída pelo mesmo peso de SMP secado por pulverização, de alta densidade, não tratado. Quando a mistura foi reconstituída com 8 ml de água fria (5°C) e agitada até dissolução, ela produziu uma altura de cobertura de apenas 25 mm em essencialmente 0% de excesso, com uma textura algo aguada, não adequada para uma cobertura de sobremesa. Deste modo, apenas o uso da composição de SMP de efusão de gás foi efetivo em prover uma cobertura de sobremesa instantânea, tendo volume, espalhamento, textura e viscosidade. O uso de composições de SMP de efusão de gás tendo teores de gás ainda mais altos seria esperado prover coberturas de sobremesa instantâneas, tendo volumes e espalhamentos ainda mais altos.

EXEMPLO 5

Os exemplos que se seguem demonstram o efeito de carga de uma composição de efusão de gás desta invenção durante um período de tempo relativamente longo, em uma pressão relativamente baixa, e a

5 capacidade de aumentar o volume de espuma, obtido a partir de uma mistura de capucino instantânea contendo gordura ou isenta de gordura. Uma amostra de 6,0 g adicional do SMP do Lote 3 do Exemplo 2 foi colocada em um vaso de 75 ml, que foi então pressurizado a 300 psi (2070 kPa) com gás de

10 nitrogênio a 25°C, imediatamente ventilada a 150 psi (1035 kPa), vedada, mantida durante 16 dias, e então despressurizada através de ventilação, de um modo a que fosse obtida uma composição de efusão de gás. Durante o período de manutenção, a pressão no vaso caiu, de 150 psi (1035 kPa), para cerca de 90 psi (621 kPa). Embora sem desejarmos estar limitados pela teoria, acredita-se que isto seja devido primariamente a uma transferência

15 relativamente lenta de uma porção significativa do gás ao interior dos vazios da partícula interna, através de passagens restritivas presentes no material de SMP. Uma amostra de 5,5g deste SMP de efusão de gás foi misturada com 2,0 g de pó de café solúvel e 4,0 g de açúcar em um béquer de 250 ml (Amostra 5a). A reconstituição com 150 ml de água em uma temperatura de

20 88°C forneceu uma bebida de capucino isenta de gordura instantânea, com uma espuma com pequeno borbulhamento, com uma altura de espuma inicial de 30 ml. Isto indica que os pontos dos dados de equilíbrio aparente obtidos o Exemplo 2 (mostrados na Figura 3) não foram indicativos do equilíbrio final efetivo, e de que períodos de retenção ainda mais longos podem aumentar,

25 ainda mais, a quantidade de gás pressurizado, que é transferida ao interior de vazios da partícula interna aberta. O enchimento com gás e a perda de gás deveriam ser, ambos, fenômenos de taxa log e o equilíbrio aparente será evidente antes do equilíbrio final.

Deste modo, este método de carga de ingredientes em

partículas, em pressões de gás relativamente baixas, durante períodos de tempo relativamente logos, poderiam ser usados, de um modo vantajoso, de um modo a produzir um aperfeiçoamento similar na altura de espuma, através da embalagem da mistura de capucino em um pequeno recipiente vedado, tal

5 que uma garrafa plástica ou uma lata metálica, vedando o recipiente sob uma pressão de gás de cerca de 10 atmosferas (cerca de 150 psi) (1035 kPa), e mantendo durante um período de tempo similar (isto é, de cerca de 16 dias), ou talvez ainda mais curto, antes da despressurização e da reconstituição. O SMP poderia, de um modo opcional, ser presssurizado à mesma ou uma

10 pressão mais alta, antes da mistura com os outros ingredientes na mistura de capucino e/ ou embalagem sob pressão. Os produtos poderiam ser embalados ou em porções unitárias ou em porções múltiplas. Uma vez abertas, as embalagens para o serviço múltiplo iriam manter, de um modo similar, um excelente desempenho de formação de espuma durante vários dias, e

15 poderiam então prover um desempenho satisfatório durante uma ou duas semanas. A embalagem sob pressão poderia ser executada através da aplicação de pressão de gás ou através da dosagem de uma pequena quantidade de gás liquefeito, tal que o oxigênio líquido, por exemplo, ou de gás solidificado, tal que gelo seco, por exemplo, ao interior da embalagem

20 antes que ela seja vedada.

Uma mistura comparativa (Amostra 5b) foi preparada, em que o SMP de efusão de gás foi substituído pelo mesmo peso de material de partida de SMP não tratado, na mesma mistura de capucino isenta de gordura. A reconstituição, tal como acima descrito, forneceu uma bebida tendo uma

25 altura de espuma inicial de apenas 10 mm. Deste modo, o teor de gás e o volume de espuma fornecido do material de SMP de partida não tratado foram apenas de cerca de 4 ml/ g e apenas de cerca de 6 ml/g, respectivamente. Deste modo, foi observado que a contatação do material de partida de SMP com o gás pressurizado, sob as condições expostas para prover uma

composição de fusão de gás, foi efetivo para prover cerca de três vezes o teor de gás (cerca de 12 ml/g) e o volume de espuma fornecido (18 ml/ g), em relação ao material de partida de SMP não tratado, no momento da reconstituição com água quente, a despeito do uso de uma pressão de gás relativamente baixa durante a carga de gás de SMP, de um modo a criar uma composição de efusão de gás.

As garrafas para o serviço alimentar, conhecidas na técnica, podem ser usadas como sistemas de pressurização para produzir e para armazenar grandes quantidades de pós de efusão de gás da presente invenção.

Os barris Cornelius (com um volume de 2,5 ou de 5 galões), amplamente usados pelos fabricantes de soda para a distribuição de xarope e para o fornecimento antes da introdução de sistemas de saco- em - caixa, são divulgados como classificados para resistir a uma pressão de 100 psi (690 kPa). Um barril similar, com um classificação de pressão um pouco mais alta seria mais efetivo para a carga de ingredientes de materiais em partículas, de um modo a produzir as composições de efusão de gás desta invenção. Os ingredientes em partículas seriam pressurizados com um gás em uma planta de manufatura e então distribuídos aos usuários em garrafas pra o serviço alimentar, ou garrafas contendo ingredientes em partículas não pressurizadas poderiam ser distribuídas aos usuários, e então pressurizadas no local, conforme requerido.

Uma aplicação, na qual as composições de efusão de gás da presente invenção podem ser particularmente vantajosas é a de prover um formador de espuma de leite desnatado, efetivo para o uso em cafeterias e em restaurantes, de um modo a substituir o leite condensado. Uma batelada de pó poderia ser rapidamente pressurizada no local de manhã e então usada ao longo do dia. O pó não utilizado poderia ser novamente pressurizado (e deste modo recarregado com gás) um ou mais dias depois, de um modo a restaurar capacidade de formação de espuma. Um aparelho portátil barato, incluindo,

por exemplo, uma bomba manual, um compressor ou cilindro de gás para pressurizar o pó no interior de um vaso adequado iria permitir o processamento no local. De um modo adicional, alguns fabricantes de café fermentado mediante demanda podem fornecer pressão suficiente para encher
5 estes materiais com quantidades úteis de gás, mas iriam requerer com que fossem adaptados, de um modo a prover um suprimento de pó pressurizado.

A presente invenção poderia também ser capaz de desenvolver uma categoria inteiramente nova de produtos para o consumidor embalados, que consistem de pós embalados ou enlatados sob pressão moderada. Por
10 exemplo, uma embalagem de serviço unitária de mistura de capucino instantâneo ou uma mistura de cacau quente, que compreende um ingrediente de efusão de gás, poderia ser embalada em um plástico pequeno ou em uma garrafa metálica e vedada sob um espaço de topo de gás pressurizado. O gás pressurizado iria penetrar no interior de vazios internos abertos durante a
15 distribuição e o armazenamento e a reconstituição subsequente iria prover uma bebida com um grande volume de espuma. Garrafas de soda plásticas de dois litros, de um modo conhecido, podem resistir a pressões de até cerca de 10 atmosferas ou superiores e as garrafas menores seriam capazes de resistir a pressões ainda mais altas. As garrafas de alumínio tendo tampas de fecho
20 rosqueado plásticas estão também se tornando cada vez mais prevalentes e poderiam ser produzidas de um modo a resistir a pressões elevadas.

Os produtos de acondicionamento, tais que as misturas de capucino instantâneas, que são formuladas usando as composições de efusão de gás desta invenção, estão disponíveis em recipientes dentro dos limites de
25 pressão existentes, poderiam ser usadas para um teor de gás de pó formador de espuma pelo menos duplo, preferivelmente pelo menos triplo, mais preferivelmente pelo menos quádruplo, e potencialmente até mesmo quádruplo, e fornecer um volume de espuma em relação aos produtos de referência formulados com pós formadores de espuma atmosféricos

convencionais não tratados, suficientes para satisfazer aos objetivos de qualidade de espuma aumentada prevalentes, preferidos pelos consumidores. Além disso, as misturas de composições de efusão de gás pressurizadas para diferentes períodos de tempo e/ ou para diferentes pressões e /ou que utilizam gases diferentes, poderiam ser manufaturadas de um modo melhor controlar a taxa geral de perda de gás, o teor de gás retido no momento de uso, e a vida em prateleira útil. Por exemplo, tais ações poderiam ser empreendidas para prover composições formadoras de espuma de efusão de gás, ou produtos formulados utilizando as mesmas, tendo teores de gás mais altos imediatamente após a despressurização, taxas mais lentas de perda de gás durante o armazenamento e antes do uso, e /ou vidas úteis em prateleira mais longas.

EXEMPLO 6

Uma amostra de 6,0 g adicional do SMP do Lote 3 do Exemplo 2 foi colocada em um vaso de 75 ml, que foi então pressurizado a 150 psi (1035 kPa) com gás de nitrogênio a 25°C, mantido sob pressão constante a 150 psi (1035 kPa) durante 7 dias através da manutenção do vaso aberto à fonte de gás de nitrogênio, e despressurizado através de ventilação, de um modo a que fosse obtida uma composição de efusão de gás. Uma amostra de 5,5 g desta composição de efusão de gás foi adicionada a uma mistura de capucino (Amostra 6a) , que consiste de 2,0 g de pó de café solúvel, 4,0 g de açúcar, e 2, 5 g de um pó branqueador de café de alta densidade, não formador de espuma (50% de gordura) em um béquer de 250 ml, tendo um diâmetro interno de 65 mm. Uma mistura de capucino comparativa (Amostra 6b) foi preparada, a qual foi substituída pelo SMP de efusão de gás, com o mesmo peso do material de partida de SMP do Lote 3 não tratado. As misturas foram separadamente reconstituídas com 150 ml de água a 88°C, em um béquer de 250 ml, 3 minutos após a despressurização de SMP. A mistura de capucino com a composição de efusão de gás (tendo cerca

de 12 ml/g de teor de gás) produziu uma altura de espuma inicial de 28 mm. Esta foi grandemente aumentada em relação à mistura de capucino comparativa com o SMP não tratado (tendo apenas cerca de 4 ml/g de teor de gás), que produziu uma altura de espuma inicial de apenas 10 mm. Deste modo, a contatação do material de partida de SMP com o gás pressurizado sob estas condições foi efetiva para prover cerca de três vezes o teor de gás e o volume de espuma fornecido nesta aplicação.

Deste modo, este exemplo demonstra a capacidade, usando ingredientes disponíveis e equipamento de pressurização de gás, para conjugar ou exceder as alturas de espuma de bebida de capucino instantâneo, tais que as misturas de capucino comercializadas de um modo típico, que fornecem cerca de 25 mm de altura de espuma da bebida, e que foi alcançada através do uso de uma combinação de pó formador de espuma de gás pressurizado não – proteína (tal que a composição descrita no Exemplo 2 da Publicação do pedido de Patente U.S. Nº 2006/ 0040034 contendo gás pressurizado retido) e um pó formador de creme e formador de espuma contendo proteína secada por pulverização, injetada a gás. A mistura de capucino contendo o SMP de efusão de gás possui uma formulação e um volume de pó ligeiramente mais baixos do que a mistura contendo o sistema de formador de espuma combinado (formulado pela substituição de 5,5 g da composição de efusão de gás por 3,0 g do pó formador de espuma, pressurizado a gás, não- proteína e 3,0 g do pó formador de creme e formador de espuma) e seria capaz de prover volumes de espuma até mesmo um pouco maiores, se graduada de um modo a ser conjugada com a formulação de pó ou o volume da mistura contendo o sistema de formador de espuma combinado.

Os pós formadores de espuma de gás pressurizado não-proteína referidos são os pós de carboidrato secados por pulverização, injetados a gás, subsequentemente tratados de um modo a reter o gás pressurizado dentro de vazios internos vedados, presentes nos mesmos,

através da vedação dos pós em um vaso de pressão, efetuando a pressurização em uma alta pressão, tal que de até cerca de 1000 psi, (6900 kPa), com o nitrogênio ou um outro gás adequado, aquecendo a acima da temperatura de transição vítrea do pó, mantendo durante um período de tempo prolongado, de
5 um modo a permitir que os vazios sejam enchidos com gás pressurizado, e então resfriando a abaixo da temperatura de transição vítrea do pó, antes da despressurização do vaso, de um modo a reter o gás pressurizado no interior de vazios da partícula interna vedada. Tais pós formadores de espuma, pressurizados a gás, não – proteína, possuem de um modo típico, os teores de
10 gás de cerca de 20 ml/g, mas podem ser ainda mais altos ou mais baixos, e estão, de um modo típico, em uma faixa de entre cerca de 15- 25 ml/ g.

EXEMPLO 7

O exemplo que se segue demonstra a capacidade de composições de efusão de gás da presente invenção para aumentar o volume
15 de espuma obtido a partir de uma mistura de cacau quente instantânea. Uma amostra de 6,0 g de SMP do Lote 3 do Exemplo 2 foi colocada em um vaso de 75 ml, que foi então pressurizado a 1000 psi (6900 kPa) com gás de nitrogênio a 25°C, vedada, mantida durante 20 minutos, e então despressurizada através de ventilação, de um modo a que seja obtida uma
20 composição de efusão de gás. Todos os 6,0 g desta composição de efusão de gás foram combinados com 29 g da mistura de Baker's TM Hot Cocoa, em um béquer de 250 ml (Amostra 7a). A mistura foi reconstituída com 150 ml de água em uma temperatura de 88°C, quatro minutos após a despressurização de SMP, e foi provida uma bebida de cacau quente com 30 mm de altura de
25 espuma inicial. A espuma possuía uma consistência cremosa e uma aparência predominantemente dimensionada como bolhas finas. Uma mistura comparativa (Amostra 7b) foi preparada, na qual o SMP de efusão de gás foi substituído pelo mesmo peso de material de partida de SMP não tratado. A reconstituição como acima resultou em uma bebida com uma altura de

escuma inicial de apenas 10 mm e uma aparência de escuma mais grosseira, menos desejável. Um outra mistura comparativa (Amostra 7c) foi preparada sem a adição ou de SMP de efusão de gás ou de SMP não- tratado. A reconstituição desta mistura forneceu uma bebida com uma altura de escuma inicial de apenas 7 mm, e uma aparência de escuma mais grosseira, menos desejável. Deste modo, o contato do material de partida de SMP com o gás pressurizado sob as condições expostas foi efetivo para prover cerca de três vezes o teor de gás e forneceu o volume de espuma nesta aplicação. Além disso, as bebidas formuladas com o SMP de efusão de gás e o SMP não- tratado apresentaram um sabor e uma sensação na boca aperfeiçoados, em comparação com a bebida formulada sem estes ingredientes.

EXEMPLO 8

O exemplo que se segue demonstra a capacidade de composições de efusão de gás da presente invenção para produzir uma cobertura de escuma em uma bebida de café fermentada. Uma amostra de 9,0 g de SMP do Lote 3 do Exemplo2 foi colocada em um vaso de 75 ml, que foi então pressurizada a 500 psi (3450 kPa) com nitrogênio a 25°C, mantido sob uma pressão de 500 psi (3450 kPa), durante 10 minutos, através da manutenção do vaso aberto para fonte de gás de nitrogênio, e despressurizado através de ventilação, de um modo a que seja obtida uma composição de efusão de gás. Uma amostra de 8,0 g desta composição de efusão de gás foi misturada com 4,0 de um pó branqueador de café de alta densidade não formador de espuma (50% de gordura) em um béquer de 400 ml com um diâmetro interno de 72 mm (Amostra 8a). A reconstituição com 150 ml de café Colombiano recém fermentado, em uma temperatura de 65°C, três minutos após a despressurização de SMP, forneceu uma bebida de capucino embranquecida com uma altura de escuma inicial de 24 mm. A escuma possuía uma consistência cremosa e predominantemente uma aparência dimensionada como bolhas finas, levemente colorida. Uma amostra

comparativa (Amostra 8b), na qual o SMP de efusão de gás foi substituído pelo mesmo peso de material de partida de SMP não- tratado, combinado com o mesmo peso de pó branqueador de café e similarmente reconstituído usando o mesmo volume de café fermentado, produziu uma bebida tendo uma altura de espuma inicial de apenas 8 mm, com uma aparência de espuma dimensionada como bolhas finas, levemente colorida. As bebidas formuladas ou com a composição de SMP de efusão de gás ou com o material de partida de SMP não tratado exibiram um sabor e uma sensação na boca aperfeiçoados, quando comparados ao café fermentado isoladamente e forneceram, de um modo vantajoso, o equivalente a um terço de leite desnatado, junto com uma boa fonte de proteína e cálcio.

Deste modo, a carga de SMP com gás de nitrogênio pressurizado sob as condições indicadas forneceu três vezes o teor de gás efetivo e a capacidade de formação de espuma, no momento de reconstituição, nesta aplicação de produto. Volumes de espuma maiores poderiam ser obtidos, se desejado, através do aumento da pressão de gás usada para carregar a composição de SMP de efusão de gás com nitrogênio comprimido ou com um outro gás. De um modo alternativo, uma pequena quantidade de água, café, leite, ou um outro líquido, pode ser usada para reconstituir a composição de SMP de efusão de gás, ou uma mistura com pó branqueador de café, de um modo a criar uma cobertura de espuma separada, que pode ser despejada no ou aplicada com uma colher sobre a bebida de café fermentada.

EXEMPLO 9

Vários pós amorfos alternativos, que compreendem partículas contendo vazios internos foram avaliados, de um modo similar, quanto à sua capacidade para prover composições de efusão de gás efetivas, através da colocação, em separado, de 6,0 g de amostras dos pós em um vaso de 75 ml, que foi então pressurizado a 1000 psi (6900 kPa) com gás de nitrogênio a

25°C, vedado, mantido durante 5 minutos, e despressurizado através de ventilação. Estes incluíram um SMP secado por pulverização, de alta densidade (0,40 g/ ml de densidade de massa), comercialmente obtido a partir de um fornecedor diferente (Amostra 9a), um pó de maltodextrina secado por congelamento, de baixa densidade (0,24 g/ ml de densidade de compactação), tendo uma área superficial muito elevada (08 m²/g) e uma estrutura microporosa (Amostra 9b), e um pó de chá instantâneo secado por pulverização, de baixa densidade (0,09 g/ ml) (Amostra 9c). Outros pós amorfos alternativos contendo vazios internos, que foram avaliados de um modo similar incluíram os pós não - proteína, secados por pulverização, injetados a gás, dos Exemplo 1, 2, 3 e 11 da Publicação do Pedido de Patente U. S. Nº 2006/ 0040034 (Amostra 9d), os pós não- carboidrato secados por pulverização dos Exemplos 1 e 2 da Publicação do Pedido de Patente U.S. Nº 2006/ 0040033 (Amostra 9e), e os pós de café dos Exemplos 1, 4, 6, 7, e 8 da Publicação do Pedido de Patente Nº 2006/ 0040038 (Amostra 9f).

Nenhum destes ingredientes em partículas alternativos foram verificados como sendo capazes de suportar a manufatura de composições de efusão de gás, quando contatados com gás de nitrogênio pressurizado de acordo com o método exposto. Eles foram avaliados através da mistura de 5,5 g de amostras dos ingredientes em partículas pressurizados com 4,0 g de açúcar e 2,5 g de 50% de gordura, pó branqueador de café de alta densidade , não formador de espuma, reconstituindo as misturas, logo após a despressurização, com 150 ml de água a 88°C em um béquer de 250 ml tendo um diâmetro interno de 65 mm, e comparando as alturas de espuma iniciais com aquelas das misturas de referência correspondentes, que substituíram pesos iguais de ingredientes em partículas não tratados pelos ingredientes em partículas pressurizados. Em todos os casos, não foram medidos aumentos de alturas de espuma inicial que excedessem a cerca de duas vezes as alturas de espuma iniciais providas pelas misturas de referência correspondentes, e

nenhuma evidência de efusão de gás foi observada. Estes ingredientes em partículas pressurizados não forneceram uma vantagem mensurável, além daquela provida pela abertura de vazios de partícula interna.

5 No entanto, um pó amorfo, secado por pulverização, injetado a gás, de baixa densidade (0,34 g/ ml de densidade de massa) (Friesland Foods; The Netherlands) consistindo de sólidos de leite desnatado (47%), sólidos de xarope de glicose e lactose (52%), e tampão de fosfato dissódico (1%), demonstraram potencial para prover uma composição de efusão de gás efetiva, mediante o fato de serem reformulados, de um modo adequado, para
10 um teor de SMP significativamente aumentado. Sem desejarmos estar limitados pela teoria, acredita-se que este ingrediente em partículas contendo SMP amorfo, tendo 0,34 g/ ml de densidade de massa, 1,49 g/ ml de densidade de material, 0,71 g/ ml de densidade aparente, e 0,73 ml de AIVV (52% de AIVV) deveriam ser reformulados de um modo a compreender pelo
15 menos 60%, preferivelmente pelo menos cerca de 80%, e de um modo mais preferido pelo menos cerca de 90%, em peso, de SMP e/ ou de NFDM, de um modo a potencialmente prover uma composição de efusão de gás efetiva, que utiliza o método da presente invenção.

O pó contendo SMP foi testado durante o desenvolvimento da
20 presente invenção, submetendo-se uma amostra de 6,0 g a um processo de carga de gás pressurizado e a um método de medição de espuma, descrito no Exemplo1 neste. Nesta aplicação de produto, o teor de gás do pó não- tratado foi observado ser aumentado para de cerca de 4ml/g a menos do que 8 ml/g após o tratamento, no momento da reconstituição. Uma outra amostra de 6,0 g
25 foi pressurizada de um modo similar e avaliada após a retenção do pó tratado durante 4 dias. O teor de gás do pó tratado armazenado pareceu diminuir apenas ligeiramente, a um valor inferior a 7 ml/g . Comparado aos pós de SMP ou de NFDM preferidos da presente invenção, este ingrediente em partículas contendo SMP pressurizado forneceu um teor de gás e um volume

de espuma significativamente mais baixos e não proporcionou uma vantagem mensurável, além daquela provida pela abertura de vazios de partícula interna vagos.

EXEMPLO 10

5 O exemplo que se segue demonstra a capacidade para
aumentar o aspecto leitoso percebido e a estabilidade de espuma de uma
bebida de capucino instantânea, formulada com uma composição de efusão de
gás da presente invenção, em relação ao uso de uma composição formadora
de espuma não- proteína contendo o gás pressurizado retido. Uma amostra de
10 6,0 g de SMP do Lote 3 do Exemplo 2 foi colocada em um vaso de 75 ml, que
foi então pressurizado a 1000 psi (6900 kPa) com gás de nitrogênio a 25°C,
mantido sob pressão constante a 1000 psi (6900 kPa) durante 2,5 minutos, e
despressurizado através de ventilação, de um modo a que fosse obtida um
composição de efusão de gás. Uma mistura de capucino (Amostra 10a) foi
15 preparada através da adição de 5,0 g desta composição de efusão de gás a 2,0
g de pó de café solúvel, 4,0 g de açúcar e 4,0 g de um pó branqueador de café
de alta densidade não formador de espuma (50% de gordura). Uma mistura de
capucino comparativa (Amostra 10b) foi preparada de acordo com mesma
fórmula, exceto que a composição de efusão de gás foi substituída por um
20 peso igual de uma composição formadora de espuma não- proteína, que
compreende um pó secado por pulverização, injetado a nitrogênio, secado por
pulverização, contendo 92% de maltodextrina e 8% de octenil succinato de
sódio, substituído por amido modificado (base a seco) e subsequentemente
carregada com o gás pressurizado retido usando o método descrito, de um
25 modo geral, no Exemplo 2 da Publicação de Pedido de Patente U.S. Nº
2006/0040034 A1 (isto é, pressurizando uma amostra de pó de 6,0 g a 1000
psi (6900 kPa) com gás de nitrogênio, em temperatura ambiente, em um vaso
de pressão, aquecendo o pó a acima de sua temperatura de transição vítrea
através do aquecimento do vaso em uma temperatura de 120°C durante mais

do que 60 minutos, resfriando o vaso à temperatura ambiente, e pressurizando o vaso através de abertura para liberar o gás pressurizado). Cada mistura foi colocada em um béquer de 250 ml, tendo um diâmetro interno de 65mm, e reconstituída com 150 ml de água, em uma temperatura de 88°C, cinco minutos após a despressurização. A amostra 10a, a mistura de capucino contendo a composição de efusão de gás, produziu uma altura de espuma da bebida inicial de 32 mm, quando reconstituída. A amostra 10b, a mistura comparativa, também produziu uma altura de espuma da bebida inicial de 32 mm, quando reconstituída. As alturas de espuma iniciais de ambas a bebida comparativa e a bebida contendo a composição de efusão de gás da presente invenção foram medidas em duplicata, e as alturas da espuma foram também medidas ao longo do tempo, durante até dez minutos, após a reconstituição, de um modo a comparar a estabilidade da espuma. Conforme ilustrado pelos resultados apresentados na Tabela 3 abaixo, a espuma produzida pela composição de efusão de gás da presente invenção foi benéficamente mais estável do que a espuma produzida pela composição formadora de não- proteína comparativa e forneceu uma meia vida significativamente mais longa (isto é, o período de tempo em que a espuma decaiu à metade (16 mm neste exemplo) de sua altura inicial).

As bebidas de capucino replicadas foram avaliadas por um júri sensório treinado, de um modo a determinar o aspecto leitoso percebido de cada bebida. O júri foi primeiramente calibrado pelo fato de que os seus membros observassem a aparência e o sabor do aroma de uma bebida de referência, compreendendo 2,0 g de pó de café solúvel e 4,0 g de açúcar reconstituído com 50 ml de leite integral líquido aquecido à vontade e 100 ml de água em uma temperatura de 88°C, em um béquer de 250 ml. O uso de leite integral conferiu um nível de gordura aproximadamente 15% mais alto (2,3 g) à bebida de referência do que o nível de gordura (2,0 g) conferido pelo

pó branqueador de café, usado para formular tanto a bebida contendo a composição de efusão de gás da presente invenção, como a bebida comparativa. A gordura do leite integral continha gordura de manteiga, preferivelmente a que gordura de coco hidrogenada (conforme contida no pó branqueador de café) e conferiu o mesmo nível total aproximado de sólidos de leite sem gordura (5,2 g), tal que foi conferido através da combinação da composição de efusão de gás da presente invenção (5,0 g) e o branqueador de café (0,2 g). A bebida comparativa continha um nível muito mais baixo de sólidos de leite sem gordura (0,2 g), o que foi conferido apenas pelo caseinato de sódio (proteína) usada para formular o branqueador de café durante manufatura, de um modo estabilizar as gotículas de gordura dispersadas.

A bebida de referência foi usada para treinar o júri sensório de cinco membros em como o leite é percebido em um bebida quente contendo café solúvel e açúcar. Após a calibração, os membros do júri avaliaram e compararam diretamente a bebida contendo a composição de efusão de gás da presente invenção e a bebida comparativa contendo a composição formadora de espuma não- proteína. As bebidas foram preparadas em frente do júri, sem o conhecimento de qual bebida continha qual composição formadora de espuma. Cada membro do júri foi requerido a indicar, separadamente, qual das duas bebidas possuía um aparência mais leitosa, textura, aroma, pós – sabor, e sensação na boca, e então cada membro do júri foi perguntado sobre que bebida seria mais leitosa. Após efetuar estas avaliações sensórias, os membros do júri foram inquiridos a indicar qual bebida eles prefeririam beber como um consumidor potencial, com base apenas na preferência pessoal do que no treinamento sensório ou na calibração, e a extensão relativa de sua preferência (suave, moderada, ou forte). Conforme ilustrado pelos resultados apresentados na Tabela 4, os membros do júri, tanto individualmente como coletivamente,

classificaram a bebida contendo composição de efusão de gás da presente invenção como sendo claramente mais leitosa do que a bebida comparativa contendo o formador de espuma não- proteína. Os membros do júri expressaram uma preferência branda pela bebida comparativa, porque eles a perceberam como tendo um impacto de café mais forte do que a bebida que incorpora a composição da presente invenção. Os outros três membros do júri expressaram ou uma preferência moderada (dois membros) ou forte (um membro) quanto à bebida contendo a composição de efusão de gás da presente invenção, devido a seus atributos mais leitosos. A ponderação destas graduações de preferência usando um multiplicador matemático (suave = x 1; moderado = x2; forte = x3) indicaram uma preferência geral clara (3,5 para 1) quanto à bebida contendo a composição de efusão de gás da presente invenção, em relação à bebida comparativa.

Tabela 3: Avaliação da Escuma da Bebida e Informação Adicional

	Composição de Efusão de Gás	Composição Comparativa
Tempo (minutos)	Altura da Escuma (mm)	Altura da Escuma (mm)
inicial	32	32
0,5	28	28
1,0	24	24
2,0	20	20
3,0	19	18
4,0	18	17
5,0	18	16
6,0	17	15
7,0	17	15
8,0	16	14
9,0	16	14
10,0	16	13
Meia vida da Escuma	8-10 minuto	5 minuto
Tempo de Carga do Gás	Menos do que 3 minutos	Mais do que 60 minutos
Temperatura de Carga do Gás	25 °C	120 °C
Aquecimento e Resfriamento Requeridos	Não	Sim
Teor de gás da Composição	14 mL/g	14 mL/g
Volume de Espuma Fornecido	21 mL/g	21 mL/g
Localização do Gás Pressurizado	Gás pressurizado retido nos vazios internos abertos	Gás pressurizado retido nos vazios internos vedados

Tabela 4: Resultados da Avaliação Sensória do Produto da Bebida

Reconstituído

	Composição de Efusão de Gás		Composição Comparativa
1. Qual produto é mais leitoso:			
- em aparência & textura ?	4	1	
- em sabor & pós- sabor?	3	2	
- em sensação na boca	5	0	
2, Qual produto é mais leitoso?			
	5	0	
3. Qual produto você pessoalmente prefere?			
	3	2	
	Suave	Moderada	Forte
4. Qual a extensão de sua preferência pessoal?	2 (C/C)	2 (GE/GE)	1 (GE)
(GE = efusão de gás; C= Comparativa)			
	Composição de Efusão de Gás		Composição Comparativa
Preferência Pessoal Ponderada (usando multiplicador)	7	2	
(suave = 1; moderada = 2; forte = 3)			
Efusão de Gás : Comparativa = 3,5:1			

EXEMPLO 11

O exemplo que se segue demonstra a capacidade para caracterizar as propriedades físicas e estruturais dos ingredientes em partículas e das composições de efusão de gás desta invenção. As amostras separadas de SMP do Lote 3 do Exemplo 2 foram submetidas à análise através de microscopia eletrônica de varredura (SEM), intrusão de porosimetria de mercúrio, e adsorção de gás de nitrogênio antes do contato com o gás pressurizado, de um modo a obter informação relacionada à estrutura de poro do ingrediente em partículas.

As Figuras 4 A-F são uma compilação de micrografias SEM, que apresentam as superfícies externas e internas e a estrutura de poro. Estas imagens confirmam, de um modo claro, que o ingrediente em partículas possui uma estrutura porosa, que compreende vazios internos, que são conectados, de um modo direto ou indireto, à atmosfera circundante através de aberturas internas e externas e de passagens restritivas. Pode ser também observado que muitos vazios internos são conectados a outros através de múltiplas aberturas e de passagens restritivas. Mediante uma inspeção mais

próxima, pode ser observado que muitas superfícies de parede delgada translúcidas existem, as quais separam vazios internos adjacentes. Sem desejarmos estar limitados pela teoria, acredita-se que tais superfícies são, de um modo mais provável, penetradas por uma ou mais passagens restritivas invisivelmente pequenas, que retardam a transferência do gás pressurizado, através de efusão molecular, entre os vazios internos e para dentro e para fora das partículas.

A Figura 5 é um gráfico de porosimetria de intrusão de mercúrio, que representa graficamente um volume de poro incremental como uma função do logaritmo do diâmetro de poro médio. Os dados analíticos são providos na Tabela 5 abaixo. Os dados confirmam, de um modo claro, a presença tanto de passagens restritivas, como de vazios internos abertos. Figura 5 indica, de um modo claro, três faixas distintas de diâmetro de poro médio, a faixa de diâmetro maior estando localizada entre cerca de 3- 300 μm , a faixa de diâmetro menor estando localizada entre cerca de 3- 20 nm, e uma faixa de diâmetro intermediário estando localizada entre cerca de 30- 2000 nm. Sem desejarmos estar limitados pela teoria, acredita-se que a faixa de diâmetro maior é compreendida, quase que inteiramente, por vazios internos, mas também inclui algumas aberturas. A faixa de diâmetro menor é, de um modo efetivo, inteiramente compreendida de passagens restritivas, a faixa de diâmetro intermediário é compreendida principalmente de aberturas e de passagens restritivas e a faixa de diâmetro intermediária é principalmente compreendida de aberturas e de passagens restritivas, mas também inclui pequenos vazios internos. A análise similar de amostras do Lote 1 de SMP do Exemplo 1 e do Lote 2 de SMP do Exemplo 2 produz, de um modo geral, a mesma tendência que a obtida para o Lote 3 de SMP, ou seja a presença de três faixas de diâmetro de poro distintas, mas com intervalos de faixa de ligeiramente a algo diferentes e associados com volumes de poro incrementais.

A Figura 6 é um gráfico de adsorção de nitrogênio, que representa graficamente a área superficial de poro incremental (que pode ser relacionada ao volume de poro usando relações estabelecidas associadas com este método analítico) como uma função do logaritmo do diâmetro de poro médio. Os dados analíticos são providos na Tabela 6 abaixo. Os dados confirmam, de um modo claro, a presença de passagens restritivas extremamente pequenas. A Figura 6 indica, de um modo claro, uma quarta faixa distinta de diâmetro de poro médio, estando localizada entre cerca de 0,5 -2, 8 nm (entre cerca de 5- 28 Å), de um modo a suplementar as três faixas identificadas através do uso de porosimetria de mercúrio. Os Lotes 1 e 2 de SMP não foram analisados usando este método, mas seria esperado que demonstrassem, de um modo geral, a mesma tendência. A mesma análise indicou que o SMP possui um área superficial de monocamada de cerca de 0, 4 m²/g, muito baixa para prover qualquer quantidade significativa de adsorção de gás física em temperatura ambiente, ou de um modo a aumentar significativamente a capacidade do pó para reter o gás pressurizado através de adsorção física.

Tabela 5: Dados Analíticos de Porosimetria de Mercúrio

Pressão de Intrusão de Mercúrio Líquido (psi)	Diâmetro Médio de Poro de SMP (nm)	Diâmetro Médio de Poro de SMP (Log nm)	Volume de Poro Incremental (mL/g)
0,59	306075,4	5,486	0,0000
1,97	198915,1	5,299	0,0409
2,98	76259,8	4,882	0,0261
3,96	53219,1	4,726	0,0545
5,46	39396,6	4,595	0,1932
5,97	31702,2	4,501	0,2346
7,48	27238,7	4,435	0,2785
8,47	22779,2	4,358	0,1024
10,47	19321,1	4,286	0,2184
12,96	15615,8	4,194	0,0761
15,97	12640,0	4,102	0,0463
19,96	10193,2	4,008	0,0276
24,96	8154,0	3,911	0,0170
29,96	6642,2	3,822	0,0095
40,07	5275,9	3,722	0,0075
49,98	4066,5	3,609	0,0049
60,03	3315,8	3,521	0,0036
75,82	2699,1	3,431	0,0046

90,45	2192,4	3,341	0,0037
114,94	1786,5	3,252	0,0085
140,16	1432,0	3,156	0,0104
175,90	1159,3	3,064	0,0203
221,18	923,0	2,965	0,0420
275,00	737,7	2,868	0,0735
329,52	603,3	2,781	0,0980
423,08	488,2	2,689	0,1847
561,59	374,8	2,574	0,2077
660,74	297,9	2,474	0,1100
907,42	236,5	2,374	0,1728
999,45	190,1	2,279	0,0448
1244,56	163,1	2,212	0,0596
1539,59	131,4	2,119	0,0494
1943,89	105,3	2,022	0,0397
2353,82	84,9	1,929	0,0259
2899,40	69,6	1,843	0,0204
3632,61	56,1	1,749	0,0184
4585,53	44,6	1,649	0,0145
5591,34	35,9	1,555	0,0095
6890,66	29,3	1,467	0,0000
8605,49	23,6	1,373	0,0000
10611,85	19,0	1,279	0,0061
13282,17	15,3	1,185	0,0106
16360,26	12,3	1,090	0,0100
20047,90	10,1	1,004	0,0104
24965,22	8,1	0,908	0,0114
29942,27	6,6	0,820	0,0087
35131,33	5,6	0,748	0,0073
40071,98	4,8	0,681	0,0054
45072,71	4,3	0,633	0,0048
50054,00	3,8	0,58	0,0041
54978,04	3,5	0,544	0,0027
60005,98	3,2	0,505	0,0022

Tabela 6: Dados Analíticos de Adsorção de Nitrogênio

Faixa de Diâmetro de Poro de SMP (Å)	Diâmetro Médio de Poro de SMP (Å)	Diâmetro de Poro Médio Log (Log Å)	Área Superficial de Poro Incremental (m ² / g)
4,4 - 5,2	4,7	0,672	0,022
5,2 - 6,8	5,9	0,771	0,073
6,8 - 8,6	7,5	0,875	0,087
8,6 - 9,9	9,2	0,964	0,057
9,9 - 11,2	10,5	1,021	0,042
11,2 - 13,6	12,1	1,083	0,055
13,6 - 15,9	14,5	1,161	0,032
15,9 - 18,2	16,9	1,228	0,023
18,2 - 20,8	19,3	1,286	0,024
20,8 - 23,5	22,0	1,342	0,023
23,5 - 26,6	24,9	1,396	0,020
26,6 - 30,1	28,2	1,450	0,015

30,1 - 34,1	31,9	1,504	0,017
34,1 - 39,0	36,2	1,559	0,016
39,0 - 44,7	41,5	1,618	0,015
44,7 - 52,0	47,8	1,679	0,016
52,0 - 61,3	55,8	1,747	0,015
61,3 - 73,9	66,4	1,822	0,015
73,9 - 91,8	80,8	1,907	0,013
91,8 - 120,1	102,0	2,009	0,014
120,1 - 170,7	136,4	2,135	0,016
170,7 - 291,5	200,4	2,302	0,019
291,5 - 982,0	343,8	2,536	0,057

Embora a invenção tenha sido descrita com referência a modalidades preferidas, será evidente que a invenção é capaz de numerosas modificações e variações, evidentes para aqueles versados na técnica, sem que haja afastamento do espírito e do escopo da invenção.

REIVINDICAÇÕES

1. Composição em partículas de efusão de gás, caracterizada pelo fato de que compreende partículas tendo uma superfície externa, uma pluralidade de vazios internos no interior das partículas, uma pluralidade de passagens restritivas no interior das partículas, e um gás comestível contido nos vazios internos, em uma segunda alta pressão;

em que as passagens restritivas fornecem uma comunicação gasosa entre os vazios internos e superfície externa;

em que as passagens restritivas possuem um diâmetro restritivo;

em que o diâmetro restritivo é efetivo para (1) permitir que o gás comestível passe através das passagens restritivas a partir da superfície externa ao interior dos vazios internos quando as partículas são contatadas com o gás comestível em uma primeira alta pressão, de um modo a prover partículas, nas quais os vazios internos contêm o gás comestível na segunda alta pressão e (2) permitir que o gás no interior dos vazios internos na segunda alta pressão escape, de um modo lento e controlável, a partir dos vazios internos através das passagens restritivas, quando as partículas são removidas a partir do contato com o gás na primeira alta pressão;

em que a segunda alta pressão é igual a, ou menor do que, a primeira alta pressão, mas é maior do que a pressão ambiente; e

em que as partículas tendo os vazios internos contendo o gás comestível na segunda alta pressão, quando contatadas com um meio de base aquosa, são rapidamente dissolvidas, deste modo liberando o gás comestível a partir dos vazios internos ao interior de um meio de base aquosa, de um modo a prover uma espuma, escuma ou textura aerada ao meio de base aquosa.

2. Método para a manufatura de uma composição em partículas de efusão de gás, que compreende partículas tendo uma superfície externa, uma pluralidade de vazios internos no interior das partículas, uma

pluralidade de passagens de diâmetro restritivo no interior das partículas, e um gás comestível contido nos vazios internos em uma segunda alta pressão, em comunicação gasosa com os vazios internos e a superfície externa, caracterizado pelo fato de que compreende:

5 contatar um ingrediente em partículas, secado por pulverização, injetado a gás, solúvel, que compreende partículas tendo uma superfície externa, uma pluralidade de vazios internos no interior das partículas e uma pluralidade de passagens de diâmetro restritivo no interior das partículas com o gás comestível, em temperatura ambiente, em uma
10 primeira alta pressão, de um modo tal que o gás comestível passe através das passagens de diâmetro restritivo, a partir da superfície externa ao interior dos vazios internos, de um modo a prover partículas, nas quais os vazios internos contêm o gás comestível na segunda alta pressão;

 permitir que o gás comestível no interior dos vazios internos
15 na segunda alta pressão escape, de um modo lento e controlável, a partir dos vazios internos através das referidas passagens restritivas, quando as partículas são removidas a partir do contato com o gás na primeira alta pressão;

 em que a segunda alta pressão é igual ou menor do que a
20 primeira alta pressão, mas é maior do que a pressão ambiente.

3. Composição de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que o diâmetro restritivo é inferior a cerca de 1 μm .

4. Composição de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que o diâmetro restritivo é de, pelo menos, cerca de 2 vezes o
25 tamanho das moléculas de gás.

5. Composição de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que o período de tempo, no qual o gás dentro dos vazios internos na segunda alta pressão escapa a partir dos vazios internos, através das passagens restritivas, quando as partículas são removidas a partir do contato

com o gás na primeira alta pressão é de pelo menos cerca de 1 dia.

6. Composição de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que a quantidade de gás retida no interior dos vazios internos é de pelo menos cerca de 8 ml por grama de composição.

5 7. Composição de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que a primeira alta pressão está em uma faixa de cerca de 100 psi (690 kPa) a cerca de 5000 psi (34500 kPa).

10 8. Composição de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que as partículas possuem um tamanho de partícula em uma faixa de cerca de 0,5 a cerca de 5000 μm .

9. Composição de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que os vazios internos possuem um volume em uma faixa de cerca de 0,5 a cerca de 5,0 ml/ g.

15 10. Composição de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que os vazios internos possuem um diâmetro em uma faixa de cerca de 0,01 a cerca de 2000 μm .

11. Composição de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que a segunda alta pressão é maior do que cerca de 2 atmosferas.

20 12. Composição de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que as partículas são selecionadas a partir do grupo, que compreende um pó de leite desnatado, secado por pulverização, injetado a gás, de baixa densidade; um pó de leite sem gordura, secado por pulverização, injetado a gás, de baixa densidade, e combinações dos mesmos.

25 13. Método de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que o diâmetro restritivo é inferior a cerca de 1 μm .

14. Método de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que o diâmetro restritivo é de pelo menos cerca de 2 vezes o tamanho das moléculas de gás.

15. Método de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que o período de tempo, no qual o gás no interior dos vazios internos na segunda alta pressão escapa a partir dos vazios internos através de passagens restritivas quando as partículas são removidas a partir do contato com o gás na primeira alta pressão é de, pelo menos, cerca de 1 dia.

16. Método de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que a quantidade de gás retida no interior dos vazios internos é de, pelo menos, 8 ml por grama da composição.

17. Método de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que a primeira alta pressão está em uma faixa de cerca de 100 psi (690 kPa) a 5000 psi (34500 kPa).

18. Método de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que as partículas possuem um tamanho de partícula em uma faixa de cerca de 0,5 a cerca de 5000 μm .

19. Método de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que os vazios internos possuem um volume em uma faixa de cerca de 0,5 a cerca de 5,0 ml/g.

20. Método de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que os vazios internos possuem um diâmetro em uma faixa de cerca de 0,01 a cerca de 2000 μm .

21. Método de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que a segunda alta pressão é maior do que cerca de 2 atmosferas.

22. Método de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que as partículas são selecionadas a partir do grupo, que compreende um pó de leite desnatado secado por pulverização, injetado a gás, de baixa densidade ; um pó de leite sem gordura secado por pulverização, injetado a gás, de baixa densidade, e combinações dos mesmos.

Figura 1: Altura da Escuma Inicial da Bebida de Capucino contra o Período de Tempo de Armazenamento da Mistura Lote 1 de SMP Pressurizado com Gás de Nitrogênio; Testado Cinco Minutos após a Despressurização

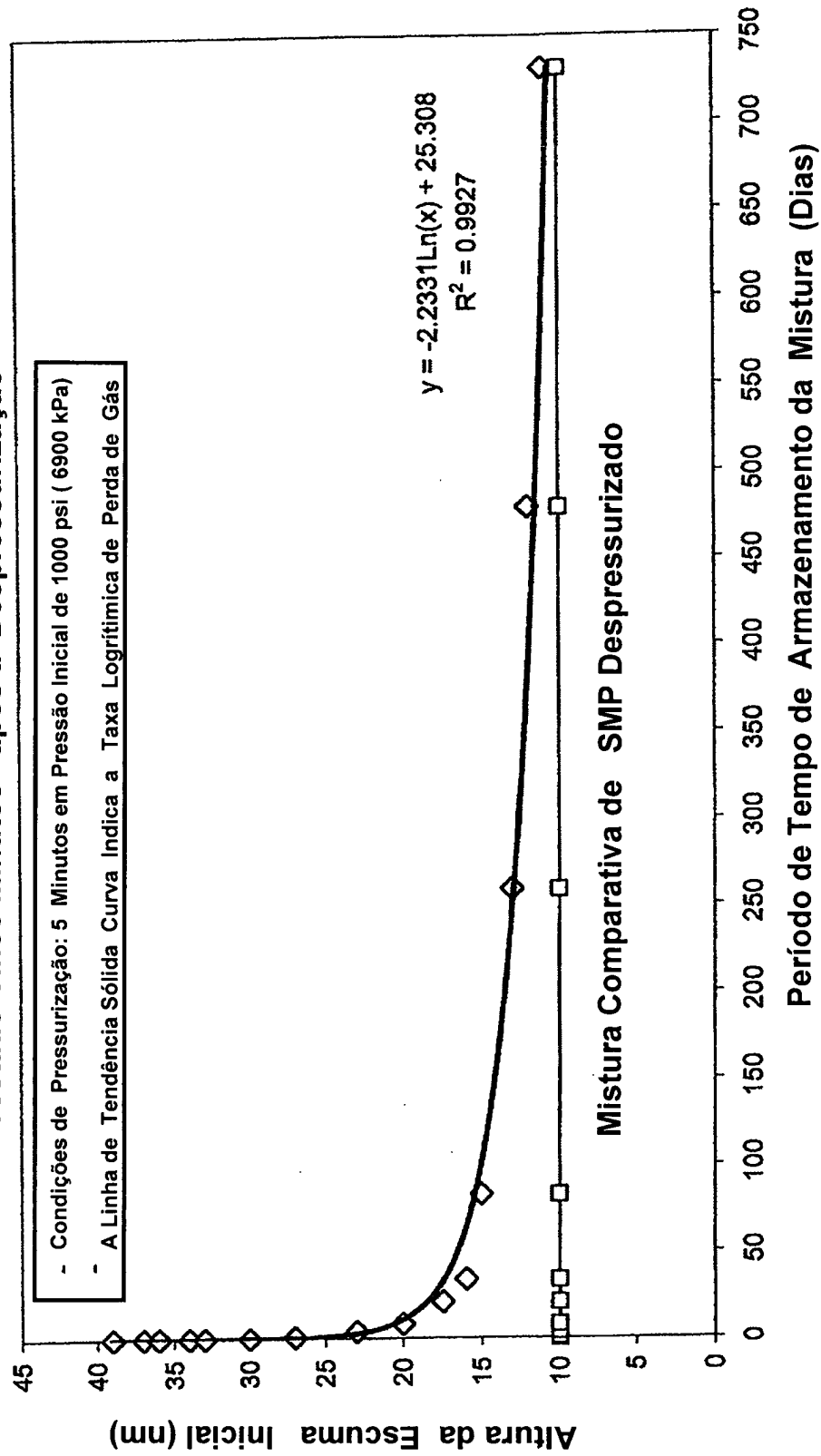


Figura 2: Altura da Escuma Inicial Incremental contra o Período de Tempo de Armazenamento da Mistura Ln
Lote 1 de SMP Pressurizado com 1000 psi (6900 kPa) de Gás de Nitrogênio durante 5 Minutos

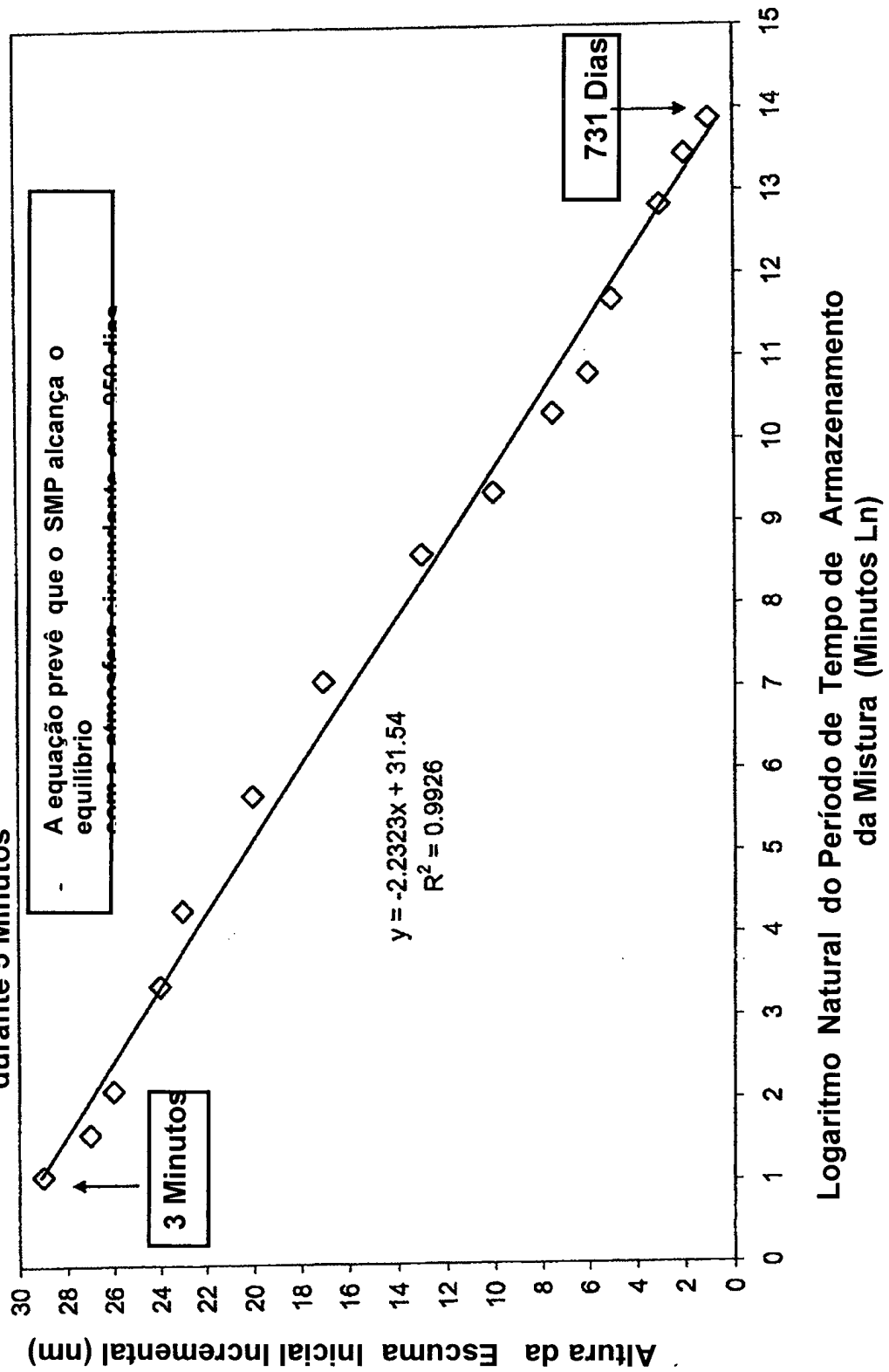
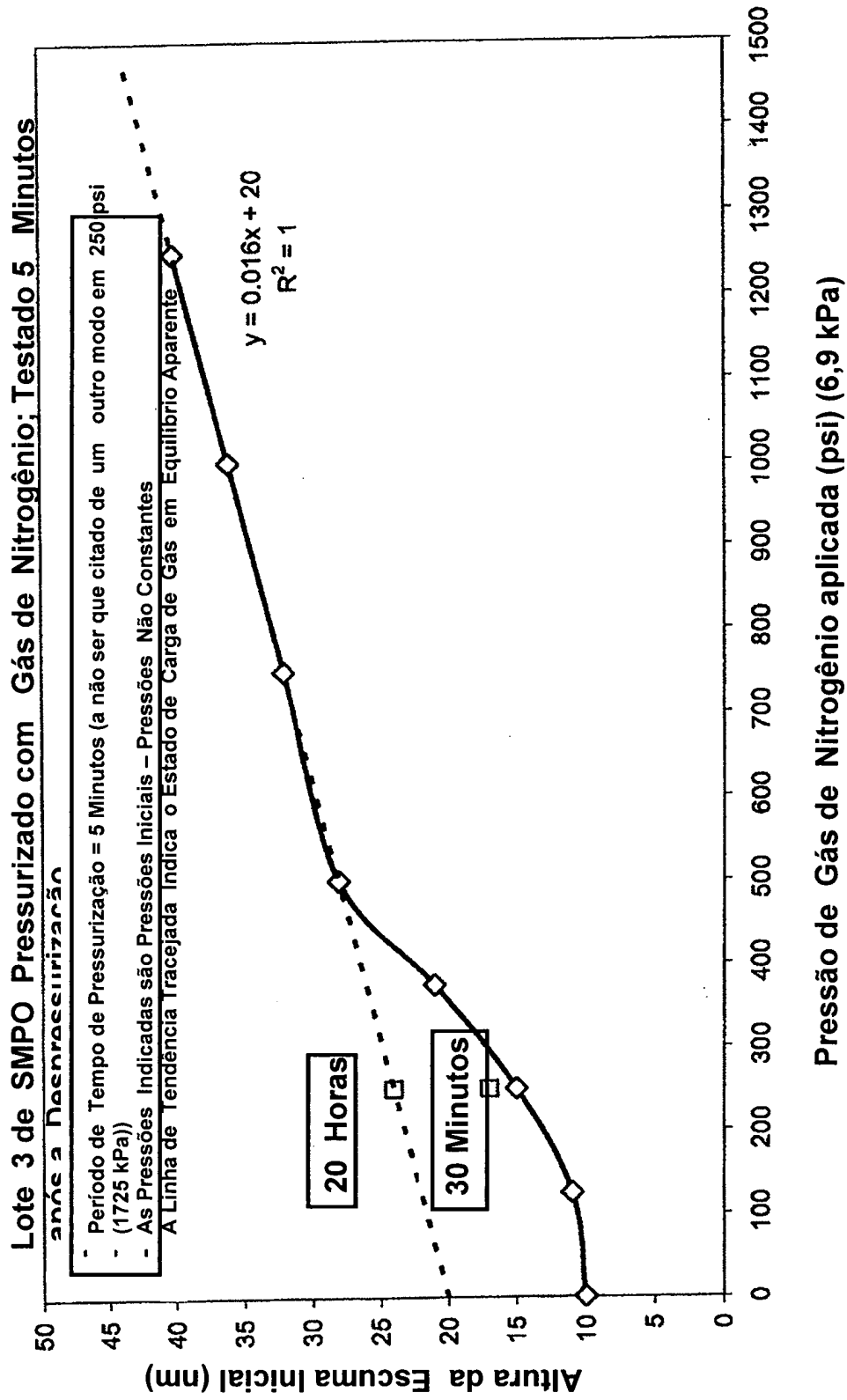


Figura 3: Altura da Espuma Inicial de Capucino contra a Pressurização de SMP



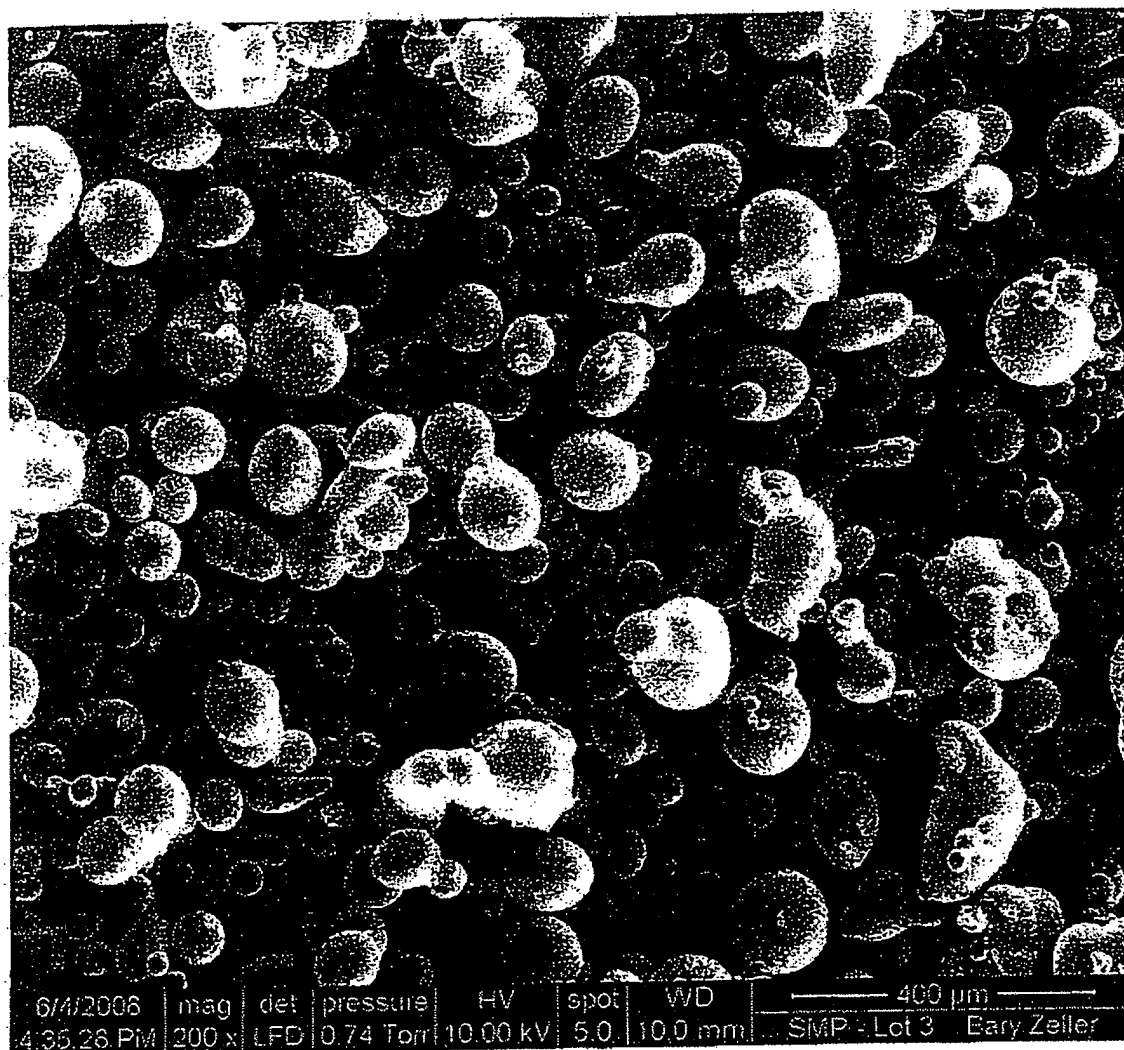


Figura 4A: Ingrediente em Partículas em Ampliação de 200 x



Figura 4B: Superfície da Partícula em Ampliação de 2607 x

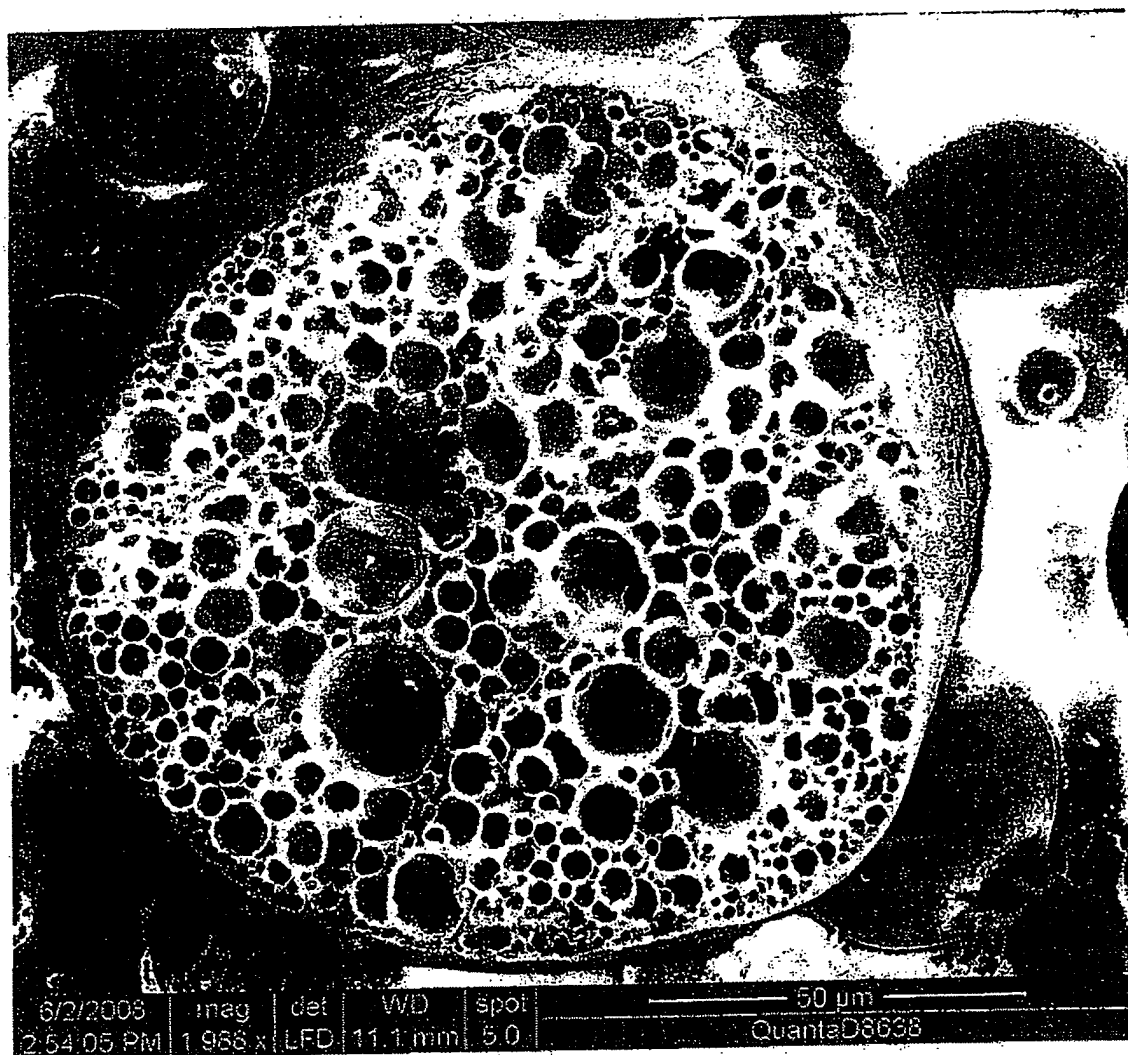


Figura 4C: Seção Transversal da Partícula em Ampliação de 1988 x



Figura 4D: Interior da Partícula em Ampliação de 5299 x

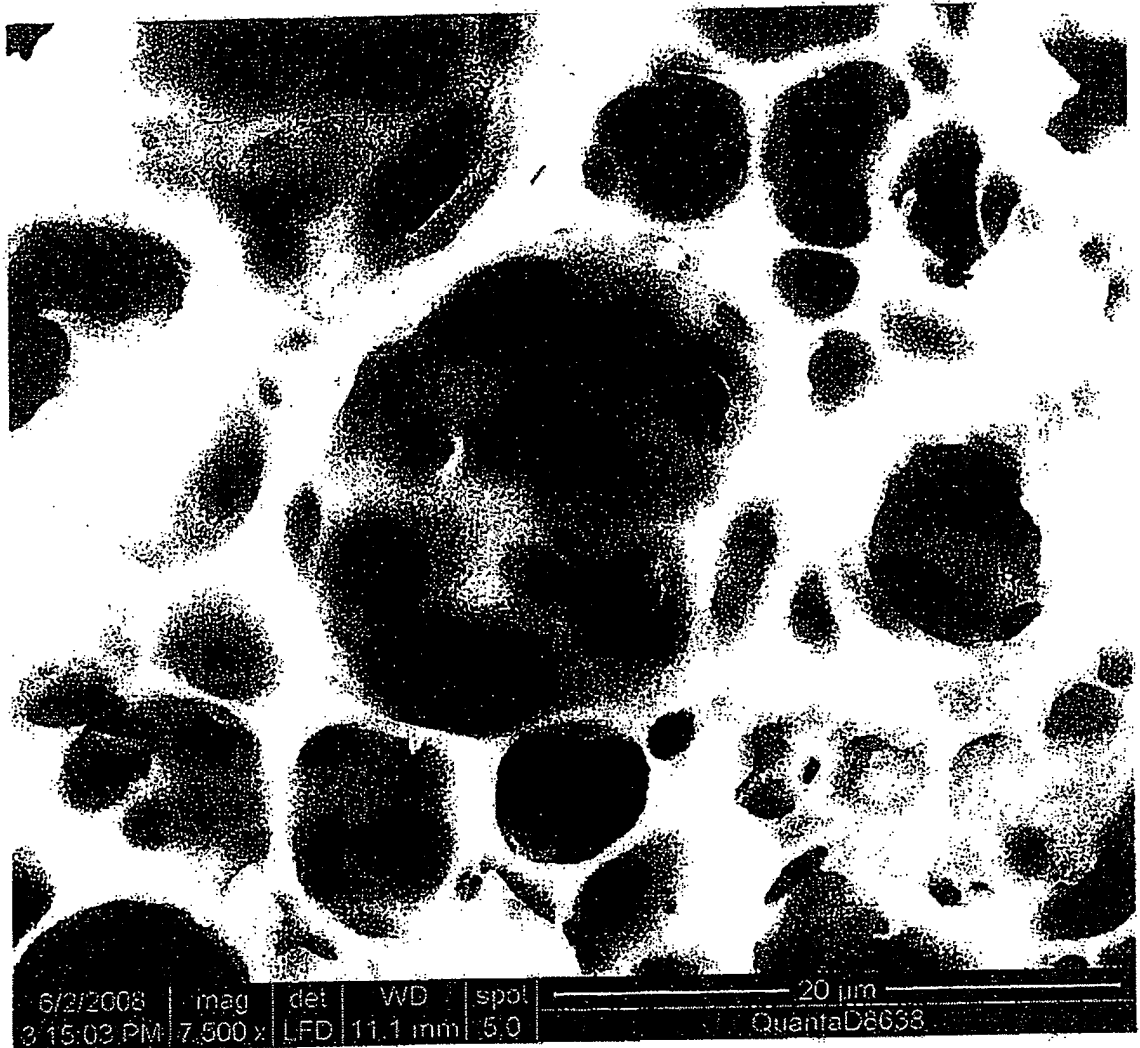


Figura 4E: Interior da Partícula em Ampliação de 7500 x



Figura 4F: Superfície da Partícula em Ampliação de 10356 x

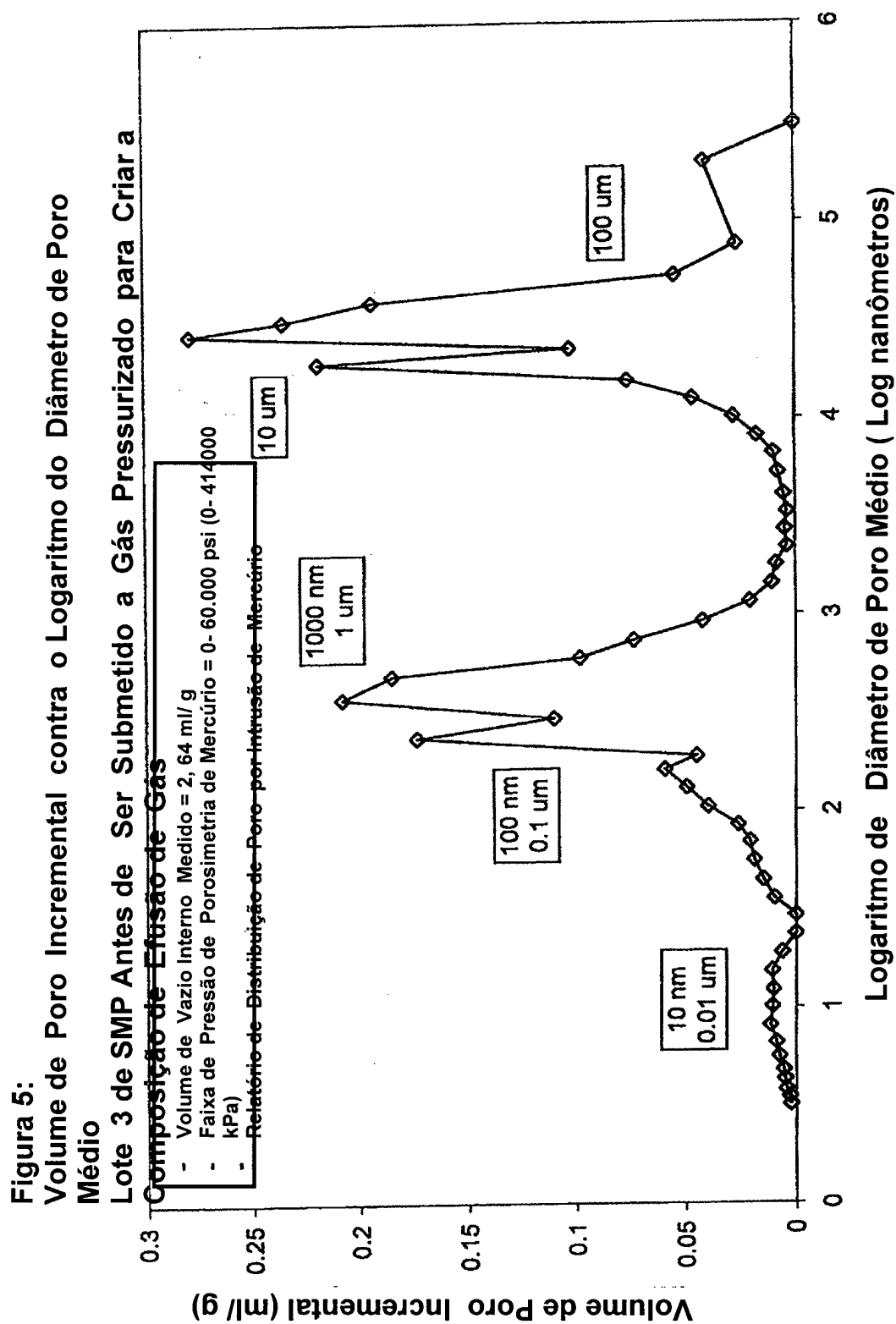
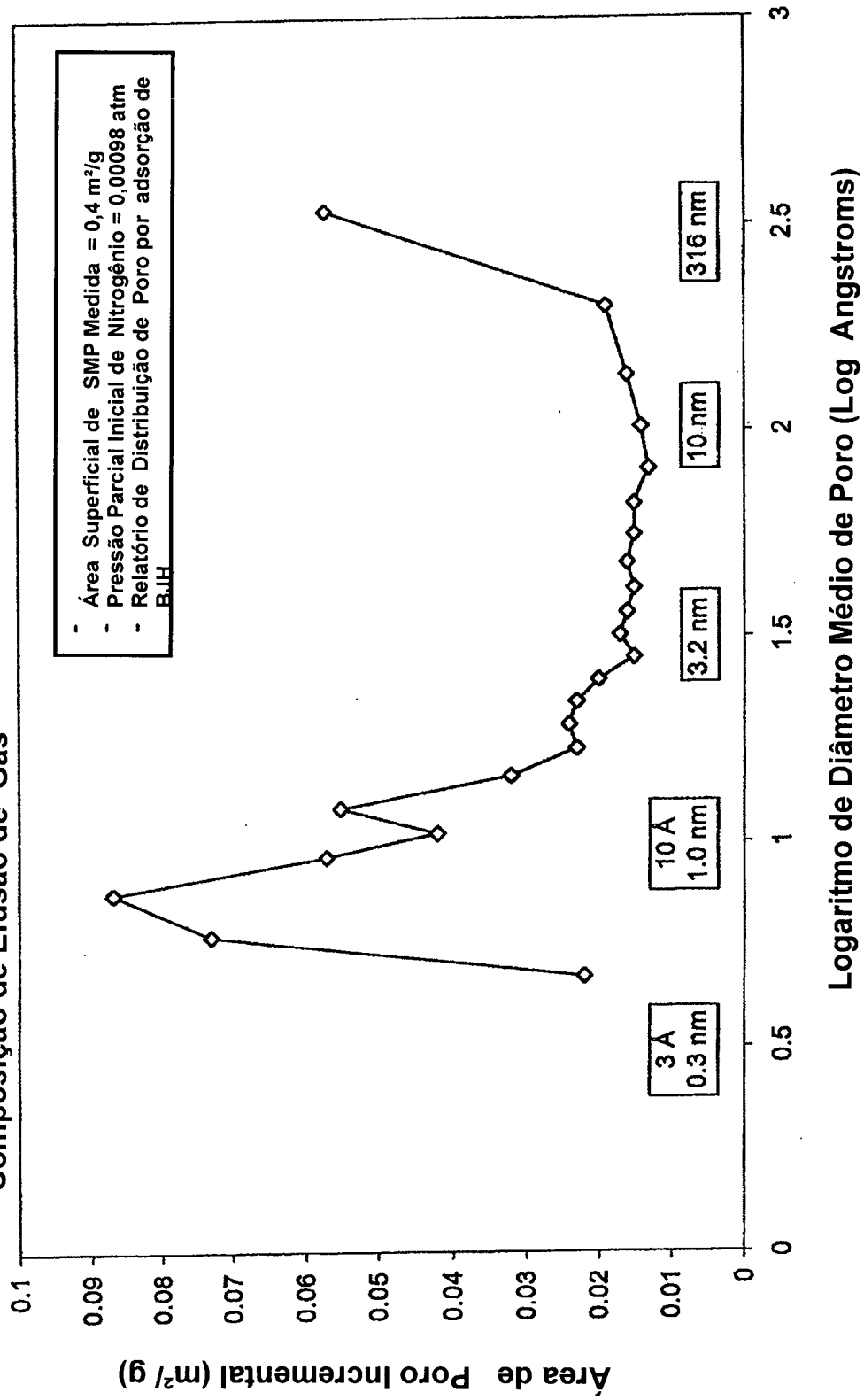


Figura 6:

Área de Poro incremental contra Logaritmo de Diâmetro Médio de Poro
Lote 3 de SMP Antes de Ser Submetido ao Gás Pressurizado para Criar a
Composição de Efusão de Gás



RESUMO

“COMPOSIÇÃO EM PARTÍCULAS DE EFUSÃO DE GÁS, E, MÉTODO PARA A MANUFATURA DA MESMA”

5 São providas composições de efusão de gás, de um modo particular composições em partículas tendo gás pressurizado mantido dentro dos vazios internos abertos das mesmas, assim como métodos para a produção e o uso de tais composições.