



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(21) BR 112016010827-2 A2



(22) Data do Depósito: 18/11/2014

(43) Data da Publicação Nacional: 22/04/2020

(54) **Título:** SISTEMA DE TROCADOR DE CALOR RAMIFICADO SIMÉTRICO E CONCÊNTRICO

(51) **Int. Cl.:** F28F 9/02; F28D 7/10.

(30) **Prioridade Unionista:** 19/11/2013 US 61/905,929.

(71) **Depositante(es):** NESTEC S.A..

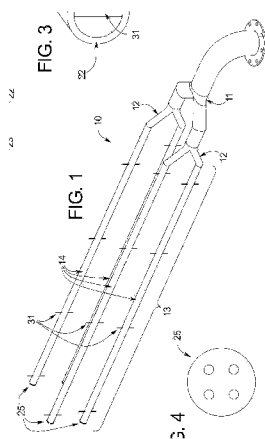
(72) **Inventor(es):** KEVIN J. CULLY; MICHAEL G. RAYNER; ANDREW JOSEPH BRINKMANN.

(86) **Pedido PCT:** PCT IB2014066135 de 18/11/2014

(87) **Publicação PCT:** WO 2015/075633 de 28/05/2015

(85) **Data da Fase Nacional:** 12/05/2016

(57) **Resumo:** Um sistema de trocador de calor ramificado simétrico e concêntrico (10), inclui uma tubulação de entrada (11) que divide uni-formemente o fluxo de produto na primeira seção do sistema, e também inclui uma matriz (13) de trocadores de calor concêntricos tubulares (14) dispostos em paralelo e em série. O fluxo através de cada perna do sistema pode ser adicionalmente dividido com tubulações secundárias (12). A divisão do fluxo de produto permite a troca de calor eficiente com vazões de produto mais altas e controláveis, e com pressões de entrada mais baixas no trocador de calor. Ter pressões de entrada mais baixas reduz o custo de construção do trocador de calor e permite a fixação de dispositivos de corte ou formatação nas saídas do trocador, para criar peças com formatos únicos. Os dispositivos de corte ou formatação podem ser instalados na extremidade do trocador de calor ramificado, para proporcionar resfriamento e corte em uma etapa de processo, ao mesmo tempo em que se elimina a etapa de manuseio do material envolvida em transportar o produto de e para um congelador de convecção forçada ou dispositivo de resfriamento similar.



Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"SISTEMA DE TROCADOR DE CALOR RAMIFICADO SIMÉTRICO E CONCÊNTRICO"**.

ANTECEDENTES

[001] A presente descrição refere-se, de modo geral, a sistemas e métodos para processamento de alimentos. Mais especificamente, a presente descrição se refere a um sistema de trocador de calor ramificado, através do qual um produto alimentício pode ser bombeado.

[002] O aquecimento ou resfriamento de produtos muito viscosos é obtido mediante o uso de um trocador de calor concêntrico. Em um trocador de calor concêntrico, o produto flui através de um anel formado entre dois tubos sobrepostos. Mediante a redução do tamanho do anel (vão entre tubos), o produto pode ser mais eficazmente aquecido ou resfriado. Entretanto, a redução do tamanho do vão aumenta as pressões operacionais gerais do trocador de calor. As pressões operacionais mais altas exigem um design de trocador de calor mais robusto, levando a custos de equipamento mais altos e vazões mais baixas. Vãos reduzidos para produto podem, também, limitar a gama de produtos que pode ser processada, inclusive de produtos que consistem em particulados.

[003] O resfriamento ou aquecimento de emulsões baseadas em proteína é uma aplicação de transferência de calor extremamente difícil. A dificuldade se deve, principalmente, à alta viscosidade e à natureza fibrosa do material, às pressões mais altas e à necessidade de manter a estrutura subjacente do produto, conforme este passa através do trocador de calor. Por exemplo, os sistemas de trocador de calor em linha contínuos existentes, que processam produtos muito viscosos de 1.000 a mais de 35.000 cps, e que exigem múltiplas trajetórias de produto de modo a lidar com vazões mais altas, de 45,36 a mais de 136 kg por minuto (de 100 a mais de 300 lb por minuto), sem

desenvolver pressões de entrada excessivas (acima de 3,45 MPa (500 psi)), são tipicamente suscetíveis a entupimentos ou bloqueios pelo produto. Bloqueios em qualquer uma, ou várias, dentre as múltiplas trajetórias de produto no sistema de trocador de calor podem resultar em produtos inadequadamente processados que, por sua vez, podem reduzir a qualidade e o rendimento finais do produto. Além disso, o processamento contínuo de produtos muito viscosos que contêm umidade ou compostos voláteis exige, em muitos casos, que o produto seja aquecido ou resfriado sob pressão de maneira muito controlada. Para reduzir ou evitar a vaporização da umidade ou de outros componentes voláteis, é necessário um trocador de calor que possa lidar com várias faixas de temperatura e pressão e que, ao mesmo tempo, não cause danos à matriz de produto conforme este passa através do trocador de calor.

[004] Para resolver esse problema, foram projetados sistemas de trocador de calor com múltiplas bombas de alimentação que alimentam conjuntos individuais de trocadores de calor. Entretanto, esse tipo de design aumenta significativamente os custos e a complexidade de design do sistema.

[005] Além disso, os processos contínuos existentes para fabricação de alimentos baseados em carne, peixe ou análogo vegetal, que têm cortes delicados ou finos (isto é, ralados ou fatiados) exigem resfriamento completo e manuseio cuidadoso para manter a aparência do produto antes da embalagem. Adicionalmente, esses processos são difíceis de controlar, têm rendimentos mais baixos, usam equipamento que é de difícil limpeza, e têm menor flexibilidade de produto, pois se pode fazer apenas um número limitado de texturas e/ou formatos de produto. As tentativas atuais de resolver esses problemas incluem um ou mais dentre os seguintes procedimentos: adaptação de fórmulas com ingredientes mais dispendiosos, como glúten de trigo, uso de pro-

cessos por lote com grandes áreas de resfriamento e de retenção, e etapas de corte separadas.

[006] Em alguns casos, o aumento das quantidades de ingredientes de alta qualidade, como glúten de trigo ou cortes de carne mais caros, pode otimizar a qualidade do produto, mas isso também aumenta significativamente os custos do produto. Pode-se usar equipamento de resfriamento especializado, mas, tipicamente, isso aumenta os custos de fabricação, exige maior espaço de chão de fábrica e pode ser difícil de limpar.

[007] Um processo contínuo para fabricação de produtos análogos de carne ou de outra proteína que têm formatos ralados, fatiados ou outros formatos delicados compreende várias etapas-chave: 1) preparo da carne, 2) preparo da emulsão de carne, 3) uma etapa de tratamento por calor via bombeamento, 4) resfriamento e corte inicial, 5) transporte e resfriamento secundário, 6) formatação e/ou corte final, 7) misturação de porções e molho, 8) preenchimento e selagem da embalagem, 9) esterilização, e 10) etiquetagem e embalagem final. No processo de tratamento por calor em alto cisalhamento, a porção quente que sai da emulsificadora é transferida através de um tubo de retenção. O propósito do tubo de retenção consiste em fornecer suficiente contrapressão e resfriamento inicial da porção, para evitar vaporização descontrolada da umidade. Se a vaporização não for controlada, a matriz do produto em porção pode ser danificada, resultando em qualidade insatisfatória do produto e baixos rendimentos. Ao sair do tubo de retenção, as porções redondas grandes são cortadas em quartos ou outros tamanhos mais viáveis, de modo que possam ser transferidas para a etapa primária e final de resfriamento da porção. A etapa primária de resfriamento tipicamente ocorre em um refrigerador ou congelador do tipo de convecção forçada. É necessário um resfriamento completo para permitir que a textura da porção se firme, antes

da etapa final de corte e formatação. Uma porção mais firme permite um corte mais limpo, com produção reduzida de sólidos finos, o que otimiza o rendimento e a qualidade do produto final.

[008] Os produtos produzidos com esse tipo de processo são, de modo geral, considerados como sendo de qualidade mais alta, tanto em termos de aparência como de textura final, em comparação aos processos da concorrência. Entretanto, o processo exige uma etapa de manuseio do material que envolve transportar o produto de e para um congelador de convecção forçada ou dispositivo de resfriamento similar.

SUMÁRIO

[009] A presente descrição fornece um sistema de trocador de calor ramificado simétrico e concêntrico. O sistema inclui uma tubulação de entrada que divide uniformemente o fluxo de produto na primeira seção do sistema, e também inclui uma matriz de trocadores de calor concêntricos tubulares dispostos em paralelo e em série. O fluxo através de cada perna do sistema pode ser adicionalmente dividido com tubulações secundárias. A divisão do fluxo de produto permite a troca de calor eficiente com vazões de produto mais altas e controláveis, e com pressões de entrada mais baixas no trocador de calor. Ter pressões de entrada mais baixas reduz o custo de construção do trocador de calor e permite a fixação de dispositivos de corte nas saídas do trocador, para criar peças com formatos únicos. Os dispositivos de corte ou formatação podem ser instalados na extremidade do trocador de calor ramificado para proporcionar resfriamento e corte em uma etapa de processo, ao mesmo tempo em que se elimina a etapa de manuseio do material envolvida em transportar o produto de e para um congelador de convecção forçada ou dispositivo de resfriamento similar. A disposição dos dispositivos de corte e formatação diretamente na saída do trocador de calor reduz a ocorrência de sólidos finos, pro-

porciona um sistema fechado que é mais fácil de limpar e tem uma menor área de projeção (ocupação) no chão de fábrica, e permite que o processo de tratamento por calor ocorra a temperaturas e pressões mais altas.

[0010] Em uma modalidade genérica, é fornecido um método. O método inclui as etapas de dividir um produto alimentício, o qual está se deslocando através de um conduto único, em ao menos duas correntes de produto, cada uma das quais entra em uma ramificação diferente de uma matriz de trocador de calor com aproximadamente a mesma vazão para dentro de cada ramificação, em relação às outras ramificações, e em que cada uma das ramificações compreende um trocador de calor.

[0011] Em uma modalidade, o método compreende adicionalmente, submeter o produto alimentício a um dispositivo de formatação ou corte, conforme o produto sai das ramificações da matriz do trocador de calor.

[0012] Em uma modalidade, o método compreende, adicionalmente, aquecer uma tubulação de entrada que divide o produto alimentício.

[0013] Em uma modalidade, cada ramificação da matriz compreende um trocador de calor concêntrico tubular, que compreende um casco externo posicionado na matriz e que compreende, adicionalmente, um tubo central conectado a um conjunto conectado de maneira reversível ao, e removível do, casco externo, e em que o produto alimentício é direcionado para dentro de um anel formado entre o casco externo e o tubo central. O método pode compreender, adicionalmente, reconfigurar um dos trocadores de calor deslizando-se o tubo central e o conjunto para fora de uma extremidade da ramificação da matriz, reconfigurando-se o tubo central e o conjunto, e reinserindo-se o tubo central e o conjunto na extremidade da ramificação da matriz. A reconfiguração do tubo central e do conjunto pode compreender uma

operação selecionada do grupo que consiste em alterar o fluxo de troca de calor em contracorrente para fluxo de troca de calor em corrente cruzada, adicionar instrumentação em linha, remover instrumentação em linha, substituir o tubo central por outro tubo central tendo um diâmetro diferente, e combinações dessas opções. O método pode compreender, adicionalmente, direcionar meios de troca de calor através do tubo central e através do casco externo de cada um dos trocadores de calor concêntricos tubulares.

[0014] Em uma modalidade, o método compreende adicionalmente, formar o produto alimentício em um formato, conforme o produto sai das ramificações da matriz, e em que ao menos uma dentre as ramificações forma um formato diferente do produto alimentício, em relação às outras ramificações.

[0015] Em uma outra modalidade, é fornecido um sistema. O sistema inclui uma tubulação de entrada que direciona um produto alimentício de um conduto único, que tem um diâmetro, e para dentro de ao menos duas ramificações de uma matriz de trocador de calor, em que cada uma das ramificações da matriz tem um diâmetro que é aproximadamente igual ao das outras ramificações e menor que o diâmetro do conduto único, e em que cada uma das ramificações da matriz compreende um trocador de calor.

[0016] Em uma modalidade, cada uma das ramificações da matriz compreende um trocador de calor concêntrico tubular, em que cada um dos trocadores de calor concêntricos tubulares compreende um conjunto de entrada de núcleo conectado por um tubo central a um conjunto de saída de núcleo, e em que o tubo central transporta meios de troca de calor.

[0017] Em uma modalidade, cada uma das ramificações da matriz compreende um primeiro trocador de calor disposto em série com um segundo trocador de calor, de modo que o primeiro e o segundo troca-

dores de calor de cada ramificação formem uma trajetória contínua para o produto alimentício, e em que o segundo trocador de calor tem uma área em seção transversal maior que a do primeiro trocador de calor.

[0018] Em uma modalidade, o sistema compreende, adicionalmente, uma emulsificadora que forma o produto alimentício e está a montante do conduto único. Uma bomba de deslocamento positivo pode ser posicionada entre a emulsificadora e a tubulação de entrada.

[0019] Em uma modalidade, a tubulação de entrada compreende uma tubulação de entrada primária que divide o produto alimentício proveniente do conduto único em ao menos duas correntes de produto, e em que a tubulação de entrada compreende, adicionalmente, uma tubulação secundária que está posicionada entre a tubulação de entrada e a matriz, e que divide adicionalmente o fluxo de produto em ao menos duas correntes de produto.

[0020] Em uma modalidade, o sistema compreende, adicionalmente, dispositivos de formatação ou corte que são diretamente fixados à saída da matriz de trocador de calor, e posicionados em uma extremidade oposta da matriz, em relação à tubulação de entrada.

[0021] Em uma outra modalidade, é fornecido um método. O método inclui as etapas de direcionar um produto alimentício de um conduto único para dentro de ao menos duas ramificações de uma matriz de trocador de calor; e controlar os parâmetros de troca de calor individualmente em cada uma das ramificações.

[0022] Em uma modalidade, o método compreende controlar individualmente as válvulas na matriz, em que cada uma das ramificações da matriz compreende um primeiro trocador de calor e um segundo trocador de calor dispostos em série, e em que as válvulas estão posicionadas na entrada e na saída de cada uma das ramificações.

[0023] Em uma modalidade, o método compreende ajustar auto-

maticamente, em um trocador de calor na matriz, um parâmetro selecionado do grupo que consiste em uma vazão de meios de troca de calor, uma temperatura de meios de troca de calor, e uma combinação dos mesmos, em resposta à vazão de produto através do trocador de calor. Os parâmetros em cada uma das ramificações podem ser automática e individualmente controlados em resposta a medições provenientes de instrumentação em linha em cada uma das ramificações. As medições podem ser selecionadas do grupo que consiste em pressões, temperaturas, vazões e combinações das mesmas.

[0024] Uma vantagem da presente descrição consiste em aquecer ou resfriar materiais muito viscosos sem a necessidade de usar múltiplas bombas de alimentação de produto.

[0025] Mais uma outra vantagem da presente descrição consiste em aquecer ou resfriar materiais muito viscosos ao mesmo tempo em que se reduz a ocorrência de bloqueios no trocador de calor, e se otimiza tanto a qualidade do produto final como o desempenho geral do processo.

[0026] Além disso, uma vantagem da presente descrição consiste em aquecer ou resfriar materiais muito viscosos com controle aprimorado do processo e com expansibilidade e flexibilidade aumentadas.

[0027] Ainda outra vantagem da presente descrição consiste em aquecer ou resfriar materiais muito viscosos ao mesmo tempo em que se otimiza a disposição de um aparelho de formação, formatação e corte na saída do trocador de calor.

[0028] Uma outra vantagem da presente descrição consiste em um design de trocador de calor que pode ser facilmente limpo e que é mais higiênico.

[0029] Mais uma outra vantagem da presente descrição consiste em aquecer ou resfriar materiais usados para a fabricação de produtos baseados em alimento, como análogos de carne/peixe ou outros pro-

duto alimentícios que possam ser facilmente danificados quando aquecidos ou resfriados.

[0030] Ainda outra vantagem da presente descrição consiste em aquecer ou resfriar produtos com alta viscosidade, por exemplo, polímeros, pastas, borras, gomas e similares.

[0031] Uma outra vantagem da presente descrição consiste em aquecer ou resfriar um material sendo processado que exige uma alteração de textura, ao mesmo tempo em que se mantém a estrutura subjacente do material, conforme este sai do trocador de calor.

[0032] Mais uma outra vantagem da presente descrição consiste em proporcionar expansibilidade e maior flexibilidade de processo, mediante o oferecimento de um trocador de calor que é montado em seções ramificadas.

[0033] Uma outra vantagem da presente descrição consiste em reduzir a área de projeção no chão de fábrica de um trocador de calor mediante a conexão de seções com cotovelos duplos, de modo que as seções possam ser empilhadas e expandidas.

[0034] Mais uma outra vantagem da presente descrição consiste em otimizar o monitoramento do processo devido à disposição em linha da instrumentação, como sondas de temperatura, transmissores ou calibres de pressão, dispositivo de monitoramento de fluxo, e similares.

[0035] Uma outra vantagem da presente descrição consiste em dispor válvulas entre os segmentos do trocador de calor de modo a desviar o produto ou isolar pernas do trocador de calor para limpeza local ou para fechamento de porções da matriz do trocador de calor, para reduzir as vazões gerais.

[0036] Mais uma outra vantagem da presente descrição consiste em fornecer um controle de temperatura preciso em cada ramificação do trocador de calor.

[0037] Ainda outra vantagem da presente descrição consiste em obter maior flexibilidade, pelo fato de que as zonas de aquecimento / resfriamento podem ser facilmente configuradas em série ou em paralelo, dependendo das necessidades do produto.

[0038] Mais uma outra vantagem da presente descrição consiste em fornecer um trocador de calor no qual os tubos podem ser corrugados, ou no qual dispositivos de misturação estáticos podem ser adicionados para aumentar o fluxo de transferência de calor.

[0039] Ainda outra vantagem da presente descrição consiste em canalizar o fluxo de produto que sai do trocador de calor para matrizes ou grades de corte, para permitir a fabricação de produtos com formatos e/ou texturas definidos.

[0040] Mais uma outra vantagem da presente descrição consiste em dispor matrizes de corte e equipamentos de corte na saída do trocador de calor, de modo que diferentes formatos e cortes possam ser obtidos, resultando em uma ampla gama de produtos que não podem ser produzidos com os designs de trocador de calor existentes.

[0041] Ainda outra vantagem da presente descrição consiste em fabricar uma variedade de tipos de produtos análogos a carne/peixe.

[0042] Mais uma outra vantagem da presente descrição consiste em baixar a temperatura de uma porção quente de maneira muito controlada sob pressão.

[0043] Além disso, uma outra vantagem da presente descrição consiste em eliminar a necessidade por um congelador, uma área de retenção e dispositivos de corte independentes, resultando assim em um processo completamente contínuo, ao mesmo tempo em que se reduz significativamente a área de projeção do equipamento.

[0044] Ainda outra vantagem da presente descrição consiste em obter uma área em seção transversal com fluxo aumentado, de modo que a contrapressão possa ser reduzida.

[0045] Mais uma outra vantagem da presente descrição consiste em otimizar a transferência de calor, ao permitir a adição de elementos de inserção concêntricos.

[0046] Além disso, uma outra vantagem da presente descrição consiste em otimizar a transferência de calor mediante o uso de áreas em seção transversal de produto reduzidas, ao mesmo tempo em que ainda é possível processar porções grandes de produto, por exemplo, mediante o uso de elementos de trocador de calor tubulares com um diâmetro reduzido, ou mediante o uso de elementos de trocador de calor em formato retangular com um vão reduzido.

[0047] Ainda outra vantagem da presente descrição consiste em fornecer o corte e a formatação diretos do produto, conforme este sai do trocador de calor.

[0048] Mais uma outra vantagem da presente descrição consiste em obter formatos maiores de produto, nos quais porções maiores de produto podem ser formadas, cortadas e/ou formatadas.

[0049] Além disso, uma outra vantagem da presente descrição consiste em obter um produto mais uniforme, mediante a transição gradual da área em seção transversal do produto, para reduzir a fratura do produto e manter sua uniformidade.

[0050] Ainda outra vantagem da presente descrição consiste em fornecer um sistema expansível, ao permitir o empilhamento e a angulação das ramificações ou dos elementos de trocador de calor.

[0051] Mais uma outra vantagem da presente descrição consiste em obter maior flexibilidade do processo, ao permitir o resfriamento em múltiplas zonas, e mediante a mistura de diferentes configurações de trocador de calor.

[0052] Ainda outra vantagem da presente descrição consiste em obter um fluxo mais uniforme do produto através do trocador de calor.

[0053] Características e vantagens adicionais são descritas na

presente invenção, e ficarão evidentes a partir da descrição detalhada a seguir.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[0054] A Figura 1 é uma vista em perspectiva de uma modalidade de um sistema de trocador de calor ramificado simétrico fornecido pela presente descrição.

[0055] A Figura 2 é uma vista esquemática em plano lateral de um trocador de calor usado em uma perna de uma modalidade de um sistema de trocador de calor ramificado fornecido pela presente descrição.

[0056] A Figura 3 é uma vista de extremidade em perspectiva de um trocador de calor usado em uma perna de uma modalidade de um sistema de trocador de calor ramificado fornecido pela presente descrição.

[0057] A Figura 4 é uma vista em planta de extremidade de uma placa de saída usada na extremidade de uma perna de uma modalidade de um sistema de trocador de calor ramificado fornecido pela presente descrição.

[0058] A Figura 5 é um diagrama esquemático de uma modalidade de um sistema para processamento de alimentos fornecido pela presente descrição.

[0059] As Figuras de 6A a 6C são diagramas esquemáticos de modalidades de uma matriz de trocador de calor ramificado simétrico fornecida pela presente descrição.

DESCRIÇÃO DETALHADA

[0060] Como usado nesta descrição e nas reivindicações em anexo, as formas singulares "um", "uma" e "o/a" incluem referências no plural a menos que o contexto determine claramente o contrário. Como usado aqui, "cerca de" é entendido como se referindo a números em uma faixa de números que varia de -10% a +10% em relação à quanti-

dade em referência. Por exemplo, "cerca de 100" refere-se à faixa de 90 a 110. Além disso, todas as faixas numéricas do presente documento devem ser entendidas com incluindo todos os números inteiros, fracionários ou não fracionários, dentro da faixa.

[0061] Como usado no presente documento, os termos "que compreende", "que inclui" e "que contém" são termos inclusivos ou não limitadores, que não excluem elementos ou etapas adicionais não mencionadas do método. Entretanto, os aparelhos e métodos fornecidos pela presente descrição podem não ter nenhum elemento que não seja especificamente revelado na presente invenção. Dessa forma, qualquer modalidade aqui definida usando o termo "que compreende" é, também, uma descrição de modalidades "que consistem essencialmente em" e "que consistem em" os componentes revelados.

[0062] O termo "animal de estimação" significa qualquer animal que poderia beneficiar-se, ou desfrutar, dos produtos alimentícios apresentados pela presente descrição. O animal de estimação pode ser uma ave, um animal bovino, canino, felino, hircino, lupino, murino, ovino ou porcino. O animal de estimação pode ser qualquer animal adequado, e a presente descrição não se limita a um animal de estimação específico. O termo "animal de companhia" significa um cão ou um gato. Os termos "alimento para animais de estimação" e "alimento" significam qualquer composição destinada a ser consumida por um animal de estimação.

[0063] A Figura 1 ilustra, de modo geral, uma modalidade de um sistema de trocador de calor ramificado 10 fornecido pela presente descrição. O sistema de trocador de calor ramificado 10 compreende uma tubulação de entrada primária 11 que permite que um produto alimentício fluindo de um conduto único seja uniformemente dividido, por exemplo, de um diâmetro de tubo para ao menos dois diâmetros menores de tubo, os quais são aproximadamente iguais um ao outro.

O produto alimentício pode ser um alimento para animais de estimação, embora composições destinadas ao consumo por seres humanos também estejam incluídas na presente descrição. O produto alimentício pode ser muito viscoso. Por exemplo, o produto alimentício pode ter uma viscosidade de 1.000 cps ou mais, 2.000 cps ou mais, 10.000 cps ou mais, 100.000 cps ou mais, ou mesmo 200.000 cps ou mais. O fluxo de produto pode ser dividido em duas ou mais correntes de produto pela tubulação de entrada primária 11 e, de preferência, as correntes de produto têm aproximadamente a mesma vazão, uma em relação à outra.

[0064] A corrente de produto pode, então, passar através de uma tubulação de entrada secundária 12, a qual divide ainda mais a corrente de produto, antes que entre em uma seção de transferência de calor (matriz de trocador de calor 13) no sistema de trocador de calor ramificado 10. A tubulação de entrada secundária 12 divide ainda mais as correntes de produto, de maneira uniforme, por exemplo, de um diâmetro de tubo para ao menos dois diâmetros menores de tubo, que são aproximadamente iguais um ao outro. De preferência, as correntes de produto têm aproximadamente a mesma vazão, uma em relação à outra, quando entram na matriz do trocador de calor 13. Pode-se usar qualquer número de tubulações de entrada 12, e as correntes de produto alimentício podem ser uniformemente divididas qualquer quantidade de vezes.

[0065] Mediante a divisão uniforme das correntes de fluxo de produto dessa maneira, pode-se obter vazões de produto gerais mais altas, ao mesmo tempo em que se reduz as pressões de entrada no trocador de calor. Ter pressões de entrada mais baixas reduz o custo geral do sistema de trocador de calor ramificado 10. Além disso, os fluxos de produto divididos permitem a aplicação de mais áreas de transferência de calor a um dado fluxo de produto.

[0066] Após o fluxo de produto ser dividido uniformemente uma ou mais vezes, o produto alimentício entra em duas ou mais ramificações ou pernas da matriz de trocador de calor 13 (os termos "ramificação" e "perna" são usados aqui como sinônimos). Cada uma das correntes de produto entra em uma ramificação correspondente da matriz 13. A matriz de trocador de calor 13 pode compreender trocadores de calor 14 dispostos no interior das ramificações. Conforme mostrado na Figura 1, uma das ramificações pode ser conectada a outra ramificação e à tubulação de entrada secundária 12 por meio de um cotovelo duplo, de modo que essas ramificações fiquem verticalmente alinhadas, e outras ramificações na matriz 13 podem ser configuradas de modo similar.

[0067] De preferência, cada ramificação da matriz de trocador de calor 13 tem aproximadamente o mesmo comprimento e aproximadamente a mesma seção transversal de fluxo a uma dada distância ao longo do comprimento, em comparação às outras ramificações. Em uma modalidade, cada ramificação é idêntica, em termos de características físicas, às outras ramificações da matriz 13. Cada ramificação pode ser configurada com uma ou mais seções de trocador de calor, para aplicar ao produto alimentício um aquecimento ou resfriamento em múltiplas zonas. O resfriamento ou aquecimento de cada ramificação da matriz de trocador de calor 13 pode ser controlado independentemente, mas, de preferência, uniformemente para permitir a distribuição uniforme de fluxo do produto através de cada ramificação da matriz de trocador de calor 13. Cada elemento de trocador de calor pode ser tubular, retangular ou ter outro formato. Cada uma das ramificações da matriz de trocador de calor 13 pode ter elementos de trocador de calor tendo seções transversais de fluxo com formatos diferentes no interior da ramificação. Uma ou mais seções de cada ramificação podem ser inclinadas ou posicionadas em ângulo para permitir que os componentes voláteis da corrente de produto saiam de maneira con-

trolada do sistema de trocador de calor 10.

[0068] Cada uma das pernas da matriz de trocador de calor 13 pode compreender um ou mais dos trocadores de calor 14 e, se for usado mais de um dos trocadores de calor 14, estes são disposto em série, de modo que os trocadores de calor 14 formem segmentos das pernas da matriz 13. A Figura 1 mostra cada perna da matriz de trocador de calor 13 tendo três trocadores de calor 14 em série, mas a matriz de trocador de calor 13 pode ter qualquer quantidade de trocadores de calor 14 em cada perna. Os trocadores de calor 14 em série em uma perna da matriz de trocador de calor 13 formam uma trajetória contínua para que o produto se desloque através da perna da matriz de trocador de calor 13. As válvulas e/ou outra instrumentação, como sondas de temperatura, transmissores ou calibres de pressão, dispositivos de monitoramento de fluxo e similares, podem ser posicionados entre trocadores de calor 14 adjacentes em uma perna da matriz 13 e/ou dentro de um ou mais dos trocadores de calor 14. Em uma modalidade, as ramificações da matriz 13 podem ter características diferentes, de modo que porções do produto alimentício possam ser processadas de diferentes maneiras, conforme discutido com mais detalhes mais adiante neste documento.

[0069] Conforme mostrado na Figura 2, um ou mais dos trocadores de calor 14 em uma ramificação da matriz 13 podem ser um trocador de calor concêntrico que compreende um elemento de inserção concêntrico. Por exemplo, um ou mais dentre os trocadores de calor 14 em uma ramificação da matriz 13 podem compreender um conjunto de entrada de núcleo 21, um conjunto de saída de núcleo 24, e um tubo central 23 que conecta o conjunto de entrada de núcleo 21 ao conjunto de saída de núcleo 24, e através do qual flui um meio de transferência de calor para aquecimento ou resfriamento. Cada ramificação da matriz 13 compreende um casco 22, de modo que o tubo central 23

possa ser inserido no casco 22 para formar um anel entre o tubo central 23 e o casco 22. Em uma modalidade, o casco 22 pode ser fixamente posicionado na matriz 13. Em algumas modalidades, porém, a matriz de trocador de calor 14 não compreende quaisquer trocadores de calor concêntricos.

[0070] Em quaisquer trocadores de calor 14 que são trocadores de calor concêntricos, o meio de transferência de calor para aquecimento ou resfriamento pode fluir no interior do casco 22 e através do tubo central 23, enquanto o produto alimentício flui através do anel, na mesma direção (fluxo de troca de calor em corrente cruzada) ou na direção oposta (fluxo de troca de calor em contracorrente). A porção externa do anel do trocador de calor 14 é o casco 22, e a porção mais interna do anel é o tubo central 23. Conforme o produto se move ao longo do comprimento do trocador de calor 14, o produto pode ser aquecido ou resfriado em ambos os lados, especificamente pelo casco 22 na superfície externa do produto, e pelo tubo central 23 na superfície interna do produto.

[0071] Conforme o produto alimentício passa para dentro do trocador de calor 14, o fluxo de produto é canalizado em redor do conjunto de entrada de núcleo 21. O conjunto de entrada de núcleo 21 voltado para a trajetória do produto tem um design aerodinâmico, e pode conter uma borda anterior para reduzir o arrasto do produto e evitar que o mesmo se acumule na entrada do trocador de calor 14. O conjunto de entrada de núcleo 21 canaliza o fluxo de produto que sai do elemento de transferência de calor (o tubo central 23), e permite que o meio de transferência de calor saia do trocador de calor 14 sem entrar em contato com a corrente de produto. Por exemplo, o conjunto de entrada de núcleo 21 pode compreender um ou mais canos 31 conectados ao tubo central 23 e se estendendo a partir do interior do trocador de calor 14, através do casco 22, até o exterior do trocador de calor

14. Em uma modalidade, os um ou mais canos 31 no conjunto de entrada de núcleo 21 podem ser substancialmente perpendiculares ao tubo central 23, conforme mostrado na Figura 3.

[0072] Quando o produto alimentício se aproxima da saída do trocador de calor 14, o produto é canalizado para além do conjunto de saída de núcleo 24. Como ocorre com o conjunto de entrada de núcleo 21, o conjunto de saída de núcleo 24 é aerodinâmico e pode conter uma borda anterior, de modo a evitar o acúmulo ou entupimento de produto na saída de cada trocador de calor 14. O conjunto de saída de núcleo 24 canaliza o fluxo de produto em torno do elemento de transferência de calor (o tubo central 23), e permite que o meio de transferência de calor entre no tubo central 23 sem entrar em contato com a corrente de produto. Por exemplo, o conjunto de saída de núcleo 24 pode compreender um ou mais canos 31 conectados ao tubo central 23 e se estendendo a partir do exterior do trocador de calor 14, através do casco 22, até o interior do trocador de calor 14. Em uma modalidade, os um ou mais canos 31 no conjunto de saída 24 podem ser substancialmente perpendiculares ao tubo central 23, conforme mostrado na Figura 3. O produto alimentício que sai do trocador de calor 14 entra, então, em qualquer trocador de calor 14 subsequente na perna da matriz de trocador de calor 13 do sistema de trocador de calor ramificado 10.

[0073] Cada conjunto de entrada de núcleo 21 está conectado ao correspondente conjunto de saída de núcleo 24, por meio do tubo central 23 através do qual flui o meio de transferência de calor. O trocador de calor 14 pode, assim, ser formado mediante a inserção do conjunto de entrada de núcleo 21, do conjunto de saída de núcleo 24 e do tubo central 23 no interior do casco 22, na configuração desejada. Mediante a conexão do conjunto de entrada de núcleo 21 ao correspondente conjunto de saída de núcleo 24, o tubo central 23 forma o núcleo do

trocador de calor 14. Por exemplo, o tubo central 23 pode ser conectado ao conjunto de saída de núcleo 24 e inserido no casco 22, e a extremidade aberta do tubo central 23 pode ser conectada ao conjunto de entrada de núcleo 21, formando um trocador de calor concêntrico 14. Cada um dos trocadores de calor 14 é conectado a uma saída das tubulações de entrada secundárias 12 para se montar o sistema 10 e obter a configuração desejada do sistema 10. Para alterar a configuração do sistema 10, o conjunto de saída de núcleo 24 e o tubo central 23 podem ser desconectados do conjunto de entrada de núcleo 21. O conjunto de saída de núcleo 24 e o tubo central 23 podem, então, ser removidos pela extremidade da ramificação correspondente da matriz 13. Então, uma nova configuração do tubo central 23 e do conjunto de saída de núcleo 24 pode ser conectada e inserida no casco 22, e conectada à extremidade aberta de uma configuração correspondente do conjunto de entrada de núcleo 21, formando um trocador de calor 14. Cada um dos trocadores de calor 14 recém-configurados pode ser conectado à saída das tubulações de entrada secundárias 12, para formar a matriz de trocador de calor 13.

[0074] Para facilitar a montagem do trocador de calor 14 no interior do casco 22 do trocador de calor 14, uma extremidade do tubo central 23 pode ser rosqueada, soldada ou ter um encaixe de compressão adequado ao lado traseiro do conjunto de entrada de núcleo 21. A outra extremidade do tubo central 23 pode, então, ser rosqueada, soldada ou ter um encaixe de compressão adequado ao conjunto de saída de núcleo 24. De preferência, ao menos uma extremidade do trocador de calor concêntrico 14 (conjunto de entrada de núcleo 21, tubo central 23 e conjunto de saída de núcleo 24) é separável para facilitar a montagem e desmontagem do trocador de calor 14. Uma guarnição adequada pode ser adicionada à porção rosqueada da conexão, para evitar que o meio de transferência de calor entre na corrente de produto.

[0075] Conforme mostrado nas Figuras 1 e 4, o sistema de trocador de calor ramificado 10 pode compreender placas de saída 25 na extremidade da matriz do trocador de calor 13, em oposição à tubulação de entrada primária 11. Por exemplo, o último trocador de calor 14 de cada perna da matriz 13 do sistema de trocador de calor ramificado 10 pode ter uma das placas de saída 25 fixada ao mesmo. O produto alimentício pode chegar à placa de saída 25 após passar através de todos os trocadores de calor 14 em série, na perna da matriz 13 para dentro da qual o produto alimentício foi direcionado pela tubulação de entrada primária 11 e/ou pela tubulação de entrada secundária 12.

[0076] As placas de saída 25 podem dar formato ao produto, conforme este é direcionado para fora da matriz 13. Por exemplo, cada uma das placas de saída 25 pode ter um ou mais orifícios que conferem um formato desejado ao produto passando através da placa de saída 25. As placas de saída 25 são, de preferência, fixadas diretamente à matriz de trocador de calor 13, de modo que a saída do produto da matriz 13 e sua formatação pela placa de saída 25 ocorram de maneira substancialmente simultânea como uma etapa.

[0077] A descrição acima é baseada na configuração do trocador de calor 14 para fluxo em contracorrente. Entretanto, o trocador de calor 14 pode ser facilmente configurado para fluxo em corrente cruzada, de modo que o produto alimentício entre no trocador de calor 14 em posição adjacente ao conjunto de saída de núcleo 24, e saia do trocador de calor 14 em posição adjacente ao conjunto de entrada de núcleo 21. Nesse sentido, a matriz de trocador de calor 13 pode compreender os trocadores de calor 14 em configurações em paralelo e/ou em série, para proporcionar maior flexibilidade, particularmente ao processar produtos ou materiais que possam exigir perfis exclusivos de aquecimento ou resfriamento.

[0078] Se um segundo trocador de calor 14 estiver conectado a

um primeiro trocador de calor 14 em uma perna da matriz de transferência de calor 13, os formatos do conjunto de entrada de núcleo 21 e do conjunto de saída de núcleo 24 adjacente podem ser diferentes um em relação ao outro, para assegurar que os conjuntos 21 e 24 se alinhem corretamente. Por exemplo, o conjunto de entrada de núcleo 21 e o conjunto de saída de núcleo 24 adjacente podem ter superfícies complementares uma à outra. Em uma modalidade, a parte anterior e a parte posterior do primeiro conjunto de entrada de núcleo 21 podem ter uma borda anterior. O lado traseiro do primeiro conjunto de saída de núcleo 24 pode ser plano, de modo que o lado traseiro do primeiro conjunto de saída de núcleo 24 possa ficar alinhado com uma face plana do segundo conjunto de entrada de núcleo 21 no interior da borda anterior. Para assegurar o alinhamento adequado, as superfícies planas podem ser usinadas com uma chave ou um conjunto de pinos. O conjunto de entrada de núcleo 21 e/ou o conjunto de saída de núcleo 24 pode conectar-se ao casco 22 da matriz 13 mediante o uso de um flange parafusado, um encaixe do tipo linha em "I", ou outro encaixe adequado para proporcionar fácil montagem ou desmontagem. Por exemplo, o conjunto de entrada de núcleo 21 e/ou o conjunto de saída de núcleo 24 podem conectar-se de modo reversível ao casco 22 da matriz 13. Para assegurar que as conexões entre os trocadores de calor 14 estejam seguras e para evitar vazamentos de produto, uma guarnição pode ser usada entre as superfícies de metal conectadas, permitindo um design higiênico. O design dos trocadores de calor 14 permite, também, uma limpeza no local sem desmonte do trocador de calor 14.

[0079] Em uma modalidade, cada um dos conjuntos de saída é reversivelmente removível em relação ao conjunto de saída adjacente de um outro trocador de calor 14 na mesma perna da matriz de trocador de calor 13. Por exemplo, cada um dos conjuntos de saída pode

ser reversivelmente conectado ao, e desconectado do, conjunto de saída adjacente de um outro trocador de calor 14 na mesma perna da matriz de trocador de calor 13. Um trocador de calor selecionado 14 na matriz 13 pode ser reconfigurado para compreender a instrumentação em linha desejada e/ou uma outra característica desejada. Por exemplo, o trocador de calor selecionado pode ser reconfigurado para compreender um tubo central 23 de tamanho diferente, que pode fornecer uma quantidade diferente de meio de troca de calor e/ou um tamanho diferente de anel; um tipo diferente de tubo central 23, como um tubo corrugado; um dispositivo de misturação estático posicionado no fluxo do meio de transferência de calor e/ou na corrente de produto alimentício dependendo, por exemplo, das viscosidades, da quantidade de fibras ou particulados presentes, e similares; e/ou diferentes instrumentações em linha, como sondas de temperatura, transmissores ou calibres de pressão, dispositivos de monitoramento de fluxo e similares. Alternativa ou adicionalmente, os dispositivos de misturação estáticos e a instrumentação em linha podem ser posicionados entre os trocadores de calor 14 em uma perna da matriz 13. O trocador de calor 14 selecionado pode ser substituído sem que se substituam os trocadores de calor 14 a montante na mesma perna da matriz 13. Como resultado, a configuração em linha do sistema 10 pode ser alterada de maneira fácil e flexível, conforme desejado.

[0080] A presente descrição apresenta também um processo contínuo para fabricação de produtos análogos baseados em carne ou em outra proteína que têm formatos ralados, fatiados ou outros formatos delicados. O processo pode compreender uma etapa de tratamento por calor em alto cisalhamento em uma emulsificadora e, então, a porção quente pode, ao sair da emulsificadora, ser transferida através do sistema de trocador de calor ramificado 10 para resfriamento. O processo pode permitir a fabricação contínua de alimento para animais de

estimação, produtos análogos à base de carne ou outra proteína, que têm texturas ou formatos únicos.

[0081] O processo contínuo pode usar um sistema para processamento de alimentos 100, mostrado na Figura 5. O sistema para processamento de alimentos 100 pode compreender uma bomba de alimentação 101; um componente de tratamento por calor via bombeamento 102 (uma emulsificadora de alto cisalhamento, um componente de aquecimento por micro-ondas, ôhmico e/ou por radiofrequência); opcionalmente, uma segunda bomba 103 que pode ser uma bomba de alta pressão, dependendo dos volumes, das formulações, da viscosidade do produto, e similares; o sistema de trocador de calor ramificado 10; e dispositivos de corte ou formatação 104, como dispositivos que compreendem as placas de saída 25, na extremidade da matriz de trocador de calor 13, em oposição à tubulação de entrada primária 11. O processo lida com produtos do tipo alimentício e, portanto, de preferência, todo o equipamento é projetado para ser limpo no local, e construído com materiais adequados ao uso com alimentos.

[0082] O processo pode proporcionar resfriamento ou aquecimento e, então, finalmente o corte em uma etapa de processo, ao mesmo tempo em que se elimina a etapa de manuseio do material envolvida em transportar o produto de e para um congelador de convecção forçada ou dispositivo de resfriamento similar. No processo, a disposição de dispositivos de corte ou formatação diretamente nas saídas da matriz de trocador de calor 13 reduz a ocorrência de sólidos finos e proporciona um sistema fechado que é mais fácil de limpar e tem uma menor área de projeção no chão de fábrica. Esse design permite que o processo de tratamento por calor seja realizado a temperaturas e pressões mais altas. Mediante o processamento em temperaturas e pressões mais altas, pode-se obter uma maior texturização do produto. Por sua vez, a maior texturização permite a fabricação de uma gama

mais ampla de produtos finais de alta qualidade, em comparação aos processos existentes que usam trocadores de calor de tubo duplo, de tubo grande concêntrico único, e de placa de passagem direta.

[0083] O processo usa o sistema de trocador de calor ramificado 10 após a etapa de tratamento por calor. Por exemplo, se a etapa de tratamento por calor usa uma emulsificadora de alto cisalhamento a jusante da bomba de alimentação 101, o produto pode ser aquecido e emulsionado e, então, bombeado através do sistema de trocador de calor ramificado 10. De preferência, o sistema de trocador de calor ramificado 10 compreende apenas uma bomba de alimentação 101. O sistema de trocador de calor ramificado 10 pode compreender a segunda bomba 103, e a segunda bomba 103 está posicionada entre o componente de tratamento por calor 102 (por exemplo, uma emulsificadora) e o sistema de trocador de calor ramificado 10. A segunda bomba 103 pode reforçar a pressão do produto, de modo que o produto possa ser transferido de maneira mais fácil e consistente através do sistema de trocador de calor ramificado 10, enquanto se controla a pressão na etapa de aquecimento no componente de tratamento por calor 102. O sistema de trocador de calor ramificado 10 pode baixar a temperatura da porção quente de maneira muito controlada sob pressão. Os dispositivos de formação e/ou corte 104, como os dispositivos que compreendem as placas de saída 25, estão fixados ao sistema de trocador de calor ramificado 10, nas saídas da matriz de trocador de calor 13.

[0084] Conforme detalhado acima, o sistema de trocador de calor ramificado 10 usado nesse processo pode ter um design tubular simetricamente ramificado, e pode ter elementos de inserção concêntricos, como o tubo central 23, o conjunto de entrada de núcleo 21 e o conjunto de saída de núcleo 24. O sistema de trocador de calor ramificado 10 é simetricamente ramificado mediante a divisão uniforme do fluxo de pro-

duto, por exemplo, a partir de um diâmetro de tubo maior para ao menos dois diâmetros de tubo menores, porém iguais. A ramificação ou divisão pode ser feita múltiplas vezes, se necessário, contanto que o fluxo de produto seja dividido de modo uniforme a cada vez. Mediante a divisão simétrica do fluxo, o fluxo de produto pode ser distribuído de maneira uniforme entre cada ramificação ou perna da matriz de trocador de calor 13. Os elementos de inserção concêntricos com capacidade de resfriamento, como o tubo central 23, o conjunto de saída de núcleo 24 e o conjunto de entrada de núcleo 21 podem ser usados para formar um anel no trocador de calor 14, de modo a otimizar a transferência de calor, em comparação aos trocadores de calor convencionais. Devido à alta viscosidade e à natureza fibrosa das emulsões de carne tratadas por calor, esses elementos de inserção concêntricos podem ser projetados de modo a assegurar um fluxo consistente ao longo do comprimento da matriz de trocador de calor 13 e entre os trocadores de calor 14 que formam os segmentos da matriz 13.

[0085] O projeto do sistema de trocador de calor 10 com segmentos simetricamente ramificados permite obter volumes mais altos e, ao mesmo tempo, reduzir as pressões de entrada no trocador de calor. Para assegurar o fluxo adequado do produto em porções antes das seções de resfriamento do sistema de trocador de calor ramificado 10, os segmentos ramificados (a tubulação de entrada primária 11 e a tubulação de entrada secundária 12) podem ser aquecidos. Esse aquecimento pode reduzir o acúmulo de produto nas paredes laterais dos segmentos ramificados do sistema de trocador de calor 10, antes de entrar na matriz de trocador de calor 13. Além disso, para assegurar o fluxo adequado e minimizar o acúmulo de produto nas paredes laterais do sistema de trocador de calor ramificado 10, as superfícies que entrarão em contato com o produto podem ser altamente polidas e podem ser feitas de material adequado para uso com alimentos, como

aço inoxidável.

[0086] O fluxo entre as pernas ramificadas do sistema de trocador de calor ramificado 10 pode ser controlado automaticamente mediante a alteração do fluxo e/ou da temperatura do meio de transferência de calor, por exemplo, por um processador. Em uma modalidade, o processador pode estar conectado em comunicação com, e controlar, bombas, válvulas e/ou dispositivos de controle de temperatura conectados aos canos 31 e/ou aos tubos centrais 23, que transportam o meio de troca de calor. O resfriamento em cada trocador de calor 14 da matriz 13 pode ser configurado em paralelo ou em série, dependendo do perfil de resfriamento necessário. Para fornecer uma flexibilidade aumentada, as conexões para o meio de transferência de calor, como as conexões entre o tubo central 23, o conjunto de entrada de núcleo 21, o conjunto de saída de núcleo 24 e o casco externo 22 podem ser do tipo de desconexão rápida, de modo que a configuração de resfriamento possa ser facilmente modificada. Dependendo dos volumes de produto e das pressões permitidas, os trocadores de calor 14 da matriz 13 podem ser conectados e/ou empilhados para permitir quantidades maiores de área de trocadores de calor em uma menor área de projeção na fábrica. Medidores de fluxo, sondas de temperatura e transmissores de pressão em linha, e/ou outros ditos de instrumentação de processo, podem ser dispostos em linha para proporcionar uma compreensão das condições de processo. Essas condições de processo podem, então, ser usadas para manter controle de cada ramificação da matriz de trocador de calor 13. Por exemplo, se um medidor de fluxo indica uma redução no fluxo de produto em uma das ramificações da matriz de trocador de calor 13, então o resfriamento pode ser reduzido àquela ramificação para permitir um maior fluxo de produto.

[0087] Após o produto alimentício passar através da matriz de tro-

cador de calor 13, o produto pode ser redimensionado para atender a várias aparências de produto final. Os dispositivos de formação e/ou corte 104, como grades de facas estáticas ou vibratórias, podem ser fixados às saídas da matriz de trocador de calor 13. Essas grades de facas podem ter facas verticais, horizontais e/ou diagonais, dependendo do formato do produto a ser fabricado. Se forem necessários formatos mais definidos, matrizes de corte com designs mais complexos poderão ser ajustadas às saídas da matriz de trocador de calor 13. Conjuntos de matrizes de corte com diferentes formatos podem ser ajustados a cada uma das saídas da matriz de trocador de calor 13, para permitir a produção simultânea de produtos com diferentes formatos. Por exemplo, um primeiro tipo de matriz de corte pode ser usado em um subconjunto das saídas, um segundo tipo de matriz de corte pode ser usado em um outro subconjunto das saídas, e o primeiro e o segundo tipos de matriz de corte podem produzir formatos que têm, um em relação ao outro, ao menos uma característica diferente. Em conjunto com as grades de facas ou matrizes de corte, pode ser fixado um dispositivo de corte transversal giratório ou similar. Esse dispositivo de corte transversal permite que o material que está saindo seja cortado na espessura ou no comprimento desejado. A velocidade do cortador transversal pode ser controlada automaticamente dependendo das vazões de produto, por exemplo, por meio de um processador.

[0088] A segunda bomba 103, que é usada entre o componente de tratamento por calor 102 (por exemplo, uma emulsificadora) e o sistema de trocador de calor 10 é, de preferência, uma bomba de deslocamento positivo capaz de transferir material em porções sob pressões adequadas, ao mesmo tempo em que permite um fluxo consistente entre cada ramificação da matriz de trocador de calor 13. O fluxo em cada uma das ramificações pode ser controlado tendo-se um fluxo consistente com baixa pulsação e, se necessário, alterando-se a quan-

tidade de resfriamento em cada uma das ramificações da matriz de trocador de calor 13. A segunda bomba 103 pode ser uma bomba de pistão, de lóbulo rotativo ou de engrenagem. Em uma modalidade, é usada uma bomba de lóbulo rotativo ou de engrenagem, pois esses tipos de bombas podem ser colocados diretamente em linha. A segunda bomba 103 é selecionada para lidar com as pressões de entrada/saída necessárias.

[0089] Conforme mostrado nas Figuras de 6A a 6C, cada uma das ramificações da matriz de trocador de calor 13 pode estar disposta com uma área de fluxo em seção transversal crescente, da entrada à saída de cada ramificação. De preferência, cada uma das ramificações tem a mesma taxa à qual aumenta a área de fluxo em seção transversal; por exemplo, a uma dada distância ao longo do comprimento de uma ramificação, esta tem a mesma área de fluxo em seção transversal em relação à mesma distância nas outras ramificações. Em uma modalidade, a área de fluxo em seção transversal crescente pode ser obtida mediante a configuração da matriz de trocador de calor 13, de modo que cada um dos trocadores de calor 14 tenha uma área em seção transversal maior em relação à do trocador de calor 14 anterior. Por exemplo, cada um dos trocadores de calor 14 pode ter um diâmetro maior em relação ao trocador de calor 14 anterior. A transição entre trocadores de calor 14 pode ser configurada de modo que a área em seção transversal e/ou o formato do fluxo de produto sejam gradualmente alterados para minimizar o esforço mecânico sobre o produto alimentício.

[0090] Por exemplo, a Figura 6A mostra uma modalidade da matriz de trocador de calor 13, e cada ramificação da matriz 13 compreende uma seção tubular do primeiro trocador de calor 101 conectada a uma seção tubular do segundo trocador de calor 102, que tem um diâmetro maior que o da seção tubular do primeiro trocador de calor

101. Em cada ramificação, a seção tubular do segundo trocador de calor 102 é conectada a uma seção tubular do terceiro trocador de calor 103, que tem um diâmetro maior que o da seção tubular do segundo trocador de calor 102, e a seção tubular do terceiro trocador de calor 103 é conectada a uma seção tubular do quarto trocador de calor 104, que tem um diâmetro maior que o da seção tubular do terceiro trocador de calor 103. A matriz de trocador de calor 13, de acordo com a presente descrição, não precisa ter um elemento de inserção concêntrico; na modalidade representada na Figura 6A, as seções de trocador de calor de 101 a 104 não têm elementos de inserção concêntricos.

[0091] Como outro exemplo, a Figura 6B mostra uma modalidade da matriz de trocador de calor 13, e cada ramificação da matriz 13 compreende uma seção retangular do primeiro trocador de calor 201 conectada a uma seção tubular do segundo trocador de calor 202, que tem uma área em seção transversal maior que a da seção retangular do primeiro trocador de calor 201. Em cada ramificação, a seção tubular do segundo trocador de calor 202 é conectada a uma seção tubular do terceiro trocador de calor 203, que tem um diâmetro maior que o da seção tubular do segundo trocador de calor 202, e a seção tubular do terceiro trocador de calor 203 é conectada a uma seção tubular do quarto trocador de calor 204, que tem um diâmetro maior que o da segunda seção tubular do trocador de calor 203. A matriz de trocador de calor 13, de acordo com a presente descrição, não precisa ter um elemento de inserção concêntrico; na modalidade representada na Figura 6B, as seções de trocador de calor de 201 a 204 não têm elementos de inserção concêntricos.

[0092] Como ainda outro exemplo, a Figura 6C mostra uma modalidade da matriz de trocador de calor 13, e cada ramificação da matriz 13 compreende uma seção tubular do primeiro trocador de calor 301

compreendendo um elemento de inserção concêntrico e conectada a uma seção tubular do segundo trocador de calor 302, que tem um diâmetro maior que o da seção tubular do primeiro trocador de calor 301. Em cada ramificação, a seção tubular do segundo trocador de calor 302 é conectada a uma seção tubular do terceiro trocador de calor 303, que tem um diâmetro maior que o da seção tubular do segundo trocador de calor 302, e a seção tubular do terceiro trocador de calor 303 é conectada a uma seção tubular do quarto trocador de calor 304, que tem um diâmetro maior que o da seção tubular do terceiro trocador de calor 303.

[0093] As modalidades mostradas nas Figuras de 6A a 6C são exemplos não limitadores e não limitam de qualquer maneira a configuração da matriz de trocador de calor 13. São mostradas duas ramificações para cada uma das modalidades representadas, mas qualquer número de ramificações simétricas pode ser usado na matriz de trocador de calor 13, de preferência com o comprimento e a área em seção transversal a uma dada distância ao longo do comprimento sendo igual entre as duas ramificações. Além disso, cada uma dessas modalidades pode ser combinada a uma outra modalidade representada nas Figuras de 6A a 6C e/ou a qualquer outra modalidade aqui revelada.

[0094] O produto alimentício processado mediante o uso dos dispositivos e métodos aqui revelados pode compreender um ou mais dentre um sabor, uma cor, uma carne emulsionada ou particulada, uma proteína, uma fruta emulsionada ou particulada, um vegetal emulsionado ou particulado, um antioxidante, uma vitamina, um mineral, uma fibra ou um prebiótico.

[0095] Alguns exemplos não limitadores de sabores adequados incluem levedura, sebo, farinhas fundidas de origem animal (por exemplo, de ave, bovino, cordeiro, suíno), extratos ou blends de sa-

bor (por exemplo, carne bovina grelhada), temperos e similares. Os temperos adequados incluem salsinha, orégano, sálvia, alecrim, manjerição, tomilho, cebolinha e similares. Exemplos não limitadores de cores adequadas incluem cores FD&C, como azul nº 1, azul nº 2, verde nº 3, vermelho nº 3, vermelho nº 40, amarelo nº 5, amarelo nº 6 e similares; cores naturais, como corante caramelo, anato, clorofilina, cochonilha, betanina, turmerico, açafrão, páprica, licopeno, suco de sabugueiro, pandano, feijão-borboleta e similares; dióxido de titânio; e qualquer corante alimentício adequado conhecido pelo versado na técnica.

[0096] Exemplos não limitadores de carnes adequadas para uso como carne emulsionada ou particulada incluem ave, bovino, suíno, cordeiro e peixe, especialmente os tipos de carnes adequadas aos animais de estimação. Pode-se usar qualquer dentre as carnes e os subprodutos cárneos, inclusive carnes como carne bovina e ovina de carcaça inteira, aparas magras de carne suína, perna bovina, vitela, carne de bochecha bovina e suína, e subprodutos de carne como lábios, tripas, coração, língua, carne bovina, de ave ou de peixe mecanicamente desossada, fígado bovino e porcino, pulmões, rins, e similares. Em uma modalidade, a carne é uma combinação de diferentes tipos de carnes. O produto alimentício não se limita a uma carne ou combinação de carnes específica, e qualquer carne conhecida pelo versado na técnica para produção de uma composição alimentícia pode ser usada.

[0097] Adicional ou alternativamente, pode-se usar proteína vegetal e/ou proteína de cereal, como proteína de canola, proteína de ervilha, proteína de milho (por exemplo, milho moído ou glúten de milho), proteína de trigo (por exemplo, trigo moído ou glúten de trigo), proteína de soja (por exemplo, farinha de soja, concentrado de soja ou isolado de soja), proteína de arroz (por exemplo, arroz moído ou glúten de ar-

roz) e similares. Se for usada farinha, esta também fornecerá alguma proteína. Portanto, pode ser usado um material que seja tanto uma proteína vegetal como uma farinha.

[0098] Exemplos não limitadores de vegetais adequados ao uso como vegetais emulsionados ou particulados incluem batatas, abóbora, abobrinha, espinafre, rabanetes, aspargo, tomates, repolho, ervilhas, cenouras, espinafre, milho, vagem, feijão-de-lima, brócolos, couve-de-bruxelas, couve-flor, aipo, pepinos, nabos, inhames e combinações dos mesmos. Exemplos não limitadores de frutas adequadas ao uso como frutas emulsionadas ou particuladas incluem maçã, laranja, pera, pêssago, morango, banana, cereja, abacaxi, abóbora, kiwi, uva, mirtilo, framboesa, manga, goiaba, oxicoco, amora preta ou combinações das mesmas. O produto alimentício não se limita a uma fruta ou a um vegetal emulsionado ou particulado específico, ou combinação dos mesmos, e qualquer fruta ou vegetal conhecido pelo versado na técnica para produção de uma composição alimentícia pode ser usado.

[0099] Exemplos não limitadores de vitaminas adequadas incluem vitamina A, qualquer das vitaminas B, vitamina C, vitamina D, vitamina E e vitamina K, inclusive vários sais, ésteres ou outros derivados dos anteriormente mencionados. Exemplos não limitadores de minerais adequados incluem cálcio, fósforo, potássio, sódio, ferro, cloreto, boro, cobre, zinco, magnésio, manganês, iodo, selênio e similares. Exemplos não limitadores de antioxidantes adequados incluem BHA/BHT, vitamina E (tocoferóis) e similares.

[00100] Exemplos não limitadores de fibras adequadas incluem fibras digestíveis ou indigestíveis, solúveis ou insolúveis, fermentáveis ou não fermentáveis. As fibras preferenciais são provenientes de fontes vegetais, como plantas marinhas, mas fontes microbianas de fibra também podem ser usadas. Pode-se usar uma variedade de fibras solúveis ou insolúveis.

[00101] Exemplos não limitadores de prebióticos adequados incluem fruto-oligossacarídeos, gluco-oligossacarídeos, galacto-oligossacarídeos, isomalto-oligossacarídeos, xilo-oligossacarídeos, oligossacarídeos de soja, lactosucrose, lactulose e isomaltulose. Em uma modalidade, o prebiótico consiste em raiz de chicória, extrato de raiz de chicória, inulina ou combinações dos mesmos. De modo geral, prebióticos são administrados em quantidades suficientes para estimular positivamente a microflora saudável presente no trato gastrointestinal, e fazer com que essas bactérias "boas" se reproduzam. As quantidades típicas são de cerca de 10 gramas por porção, ou de cerca de 5% a cerca de 40% da recomendação diária de fibras dietárias para um animal.

[00102] A seleção das quantidades de cada ingrediente do produto alimentício é conhecida pelos versados na técnica. Quantidades específicas de cada ingrediente adicional dependerão de uma variedade de fatores, como o ingrediente incluído na composição de revestimento; a espécie de animal; a idade, o peso corporal, a saúde geral, o sexo e a dieta do animal; a taxa de consumo do animal; o propósito para o qual o produto alimentício é administrado ao animal; e similares. Portanto, a identidade e as quantidades dos ingredientes podem variar amplamente, e podem desviar-se das modalidades preferenciais aqui descritas.

[00103] Deve-se compreender que várias alterações e modificações nas presentes modalidades preferenciais aqui descritas ficarão evidentes aos versados na técnica. Tais alterações e modificações podem ser feitas sem que se desvie do espírito e do âmbito do assunto em questão e sem que se diminua suas vantagens pretendidas. Pretende-se, portanto, que tais alterações e modificações sejam abrangidas pelas reivindicações em anexo.

REIVINDICAÇÕES

1. Método, caracterizado pelo fato de compreender as etapas de dividir um produto alimentício, o qual está se deslocando através de um conduto único, em ao menos duas correntes de produto, cada uma das quais entra em uma ramificação diferente de uma matriz de trocador de calor com aproximadamente a mesma vazão para dentro de cada ramificação, em relação às outras ramificações, e em que cada ramificação compreende um trocador de calor.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de compreender, adicionalmente, submeter o produto alimentício a um dispositivo de formatação ou corte, conforme o produto sai das ramificações da matriz.

3. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de compreender, adicionalmente, aquecer uma tubulação de entrada que divide o produto alimentício.

4. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que cada ramificação da matriz compreende um trocador de calor concêntrico tubular, que compreende um casco externo posicionado na matriz e que compreende, adicionalmente, um tubo central conectado a um conjunto conectado de maneira reversível ao, e removível do, casco externo, e em que o produto alimentício é direcionado para dentro de um anel formado entre o casco externo e o tubo central.

5. Método, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de compreender, adicionalmente, reconfigurar um dos trocadores de calor deslizando-se o tubo central e o conjunto para fora de uma extremidade da ramificação da matriz, reconfigurando-se o tubo central e o conjunto, e reinserindo-se o tubo central e o conjunto na extremidade da ramificação da matriz.

6. Método, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado

pelo fato de que a reconfiguração do tubo central e do conjunto compreende uma operação selecionada do grupo que consiste em alterar o fluxo de troca de calor em contracorrente para fluxo de troca de calor em corrente cruzada, adicionar instrumentação em linha, remover instrumentação em linha, substituir o tubo central por outro tubo central tendo um diâmetro diferente, e combinações dessas opções.

7. Método, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de compreender, adicionalmente, direcionar meios de troca de calor através do tubo central e através do casco externo de cada um dos trocadores de calor concêntricos tubulares.

8. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de compreender, adicionalmente, formar o produto alimentício em um formato, conforme o produto sai das ramificações da matriz, e em que ao menos uma dentre as ramificações forma um formato diferente do produto alimentício, em relação às outras ramificações.

9. Sistema, caracterizado pelo fato de compreender uma tubulação de entrada que direciona um produto alimentício de um conduto único, que tem um diâmetro, e para dentro de ao menos duas ramificações de uma matriz de trocador de calor, em que cada uma das ramificações da matriz tem um diâmetro que é aproximadamente igual ao das outras ramificações e menor que o diâmetro do conduto único, e em que cada uma das ramificações da matriz compreende um trocador de calor.

10. Sistema, de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que cada uma das ramificações da matriz compreende um trocador de calor concêntrico tubular, em que cada um dos trocadores de calor concêntricos tubulares compreende um conjunto de entrada de núcleo conectado por um tubo central a um conjunto de saída de núcleo, e em que o tubo central transporta meios de troca de calor.

11. Sistema, de acordo com a reivindicação 9, caracteriza-

do pelo fato de que cada uma das ramificações da matriz compreende um primeiro trocador de calor disposto em série com um segundo trocador de calor, de modo que o primeiro e o segundo trocadores de calor de cada ramificação formem uma trajetória contínua para o produto alimentício, e em que o segundo trocador de calor tem uma área em seção transversal maior que a do primeiro trocador de calor.

12. Sistema, de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de compreender, adicionalmente, uma emulsificadora que forma o produto alimentício e está a montante do conduto único.

13. Sistema, de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de compreender, adicionalmente, uma bomba de deslocamento positivo posicionada entre a emulsificadora e a tubulação de entrada.

14. Sistema, de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que a tubulação de entrada compreende uma tubulação de entrada primária que divide o produto alimentício proveniente do conduto único em ao menos duas correntes de produto, e em que a tubulação de entrada compreende, adicionalmente, uma tubulação secundária que está posicionada entre a tubulação de entrada e a matriz, e que divide adicionalmente o fluxo de produto em ao menos duas correntes de produto.

15. Sistema, de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de compreender, adicionalmente, dispositivos de formatação ou corte que são diretamente fixados à saída da matriz de trocador de calor, e posicionados em uma extremidade oposta da matriz, em relação à tubulação de entrada.

16. Método, caracterizado pelo fato de compreender as etapas de direcionar um produto alimentício de um conduto único para dentro de ao menos duas ramificações de uma matriz de trocador de calor; e controlar os parâmetros de troca de calor individualmente em

cada uma das ramificações.

17. Método, de acordo com a reivindicação 16, caracterizado pelo fato de compreender controlar individualmente as válvulas na matriz, em que cada uma das ramificações da matriz compreende um primeiro trocador de calor e um segundo trocador de calor dispostos em série, e em que as válvulas estão posicionadas na entrada e na saída de cada uma das ramificações.

18. Método, de acordo com a reivindicação 16, caracterizado pelo fato de compreender ajustar automaticamente, em um trocador de calor na matriz, um parâmetro selecionado do grupo que consiste em uma vazão de meios de troca de calor, uma temperatura de meios de troca de calor, e uma combinação dos mesmos, em resposta à vazão de produto através do trocador de calor.

19. Método, de acordo com a reivindicação 16, caracterizado pelo fato de que os parâmetros em cada uma das ramificações são automática e individualmente controlados em resposta a medições provenientes de instrumentação em linha em cada uma das ramificações.

20. Método, de acordo com a reivindicação 19, caracterizado pelo fato de que as medições são selecionadas do grupo que consiste em pressões, temperaturas, vazões e combinações das mesmas.

FIG. 2

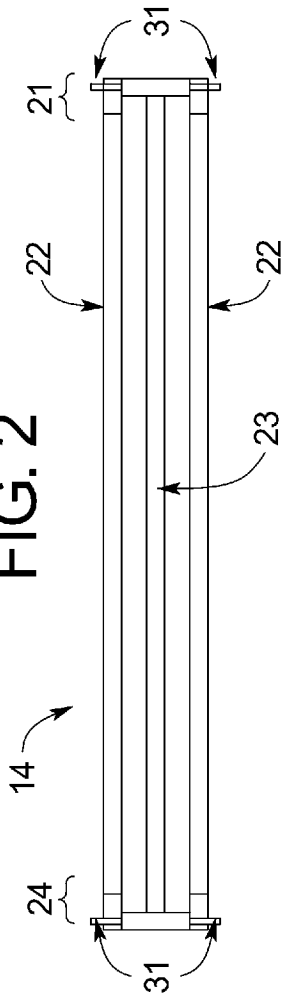


FIG. 3

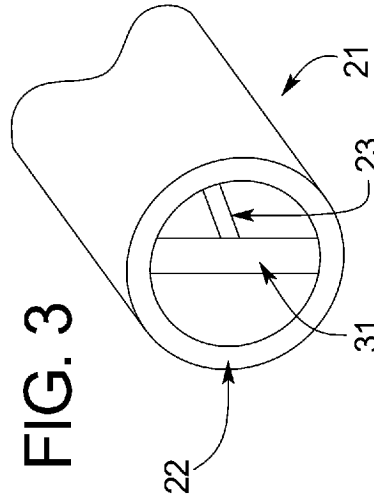


FIG. 1

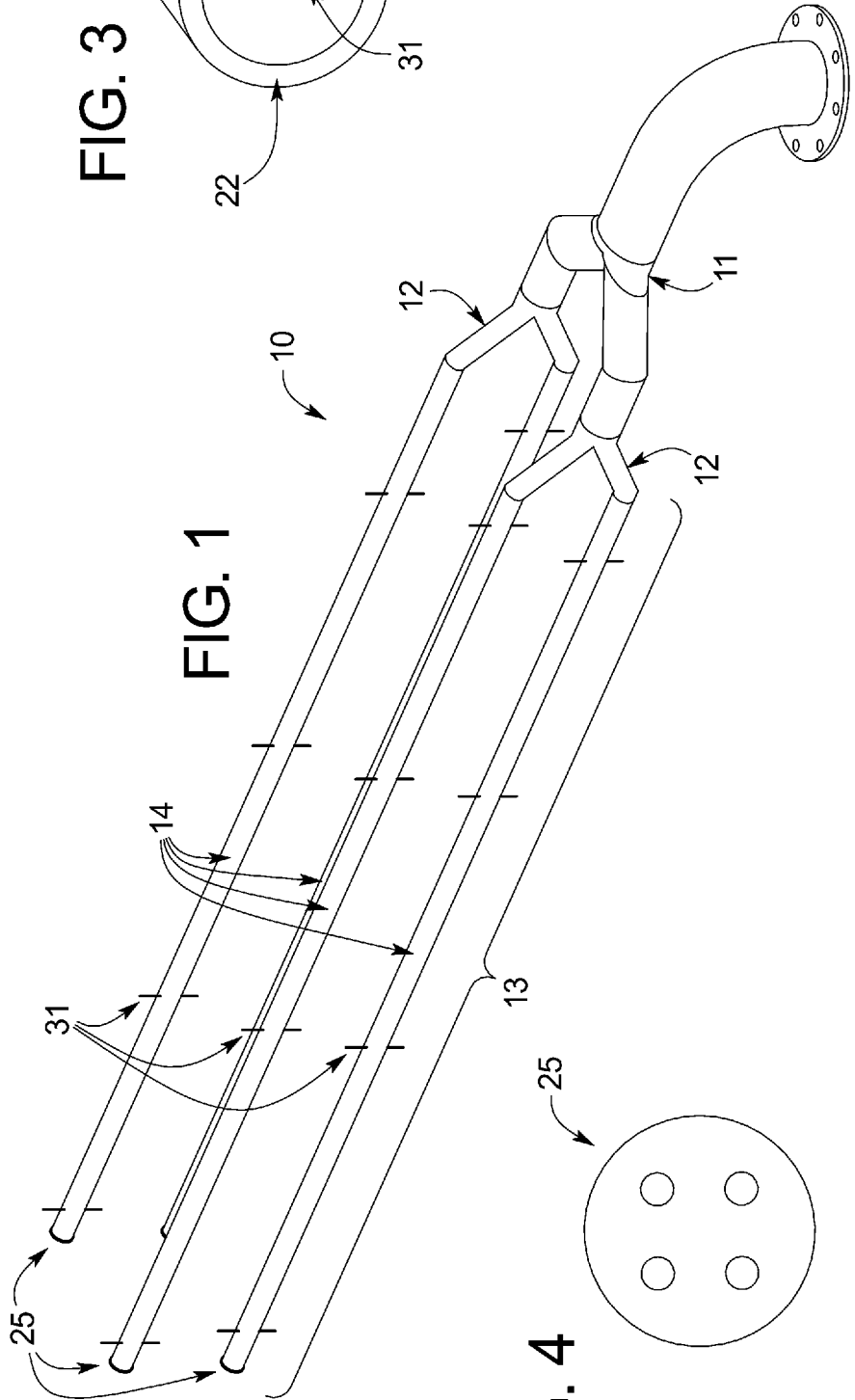


FIG. 4

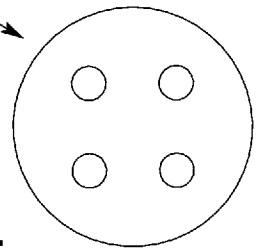
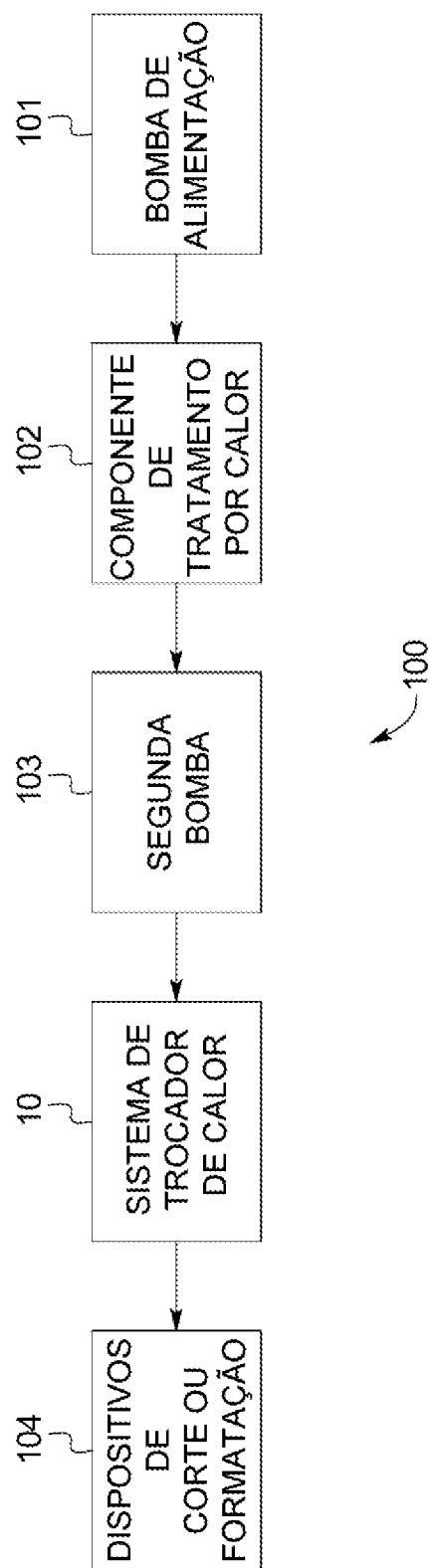
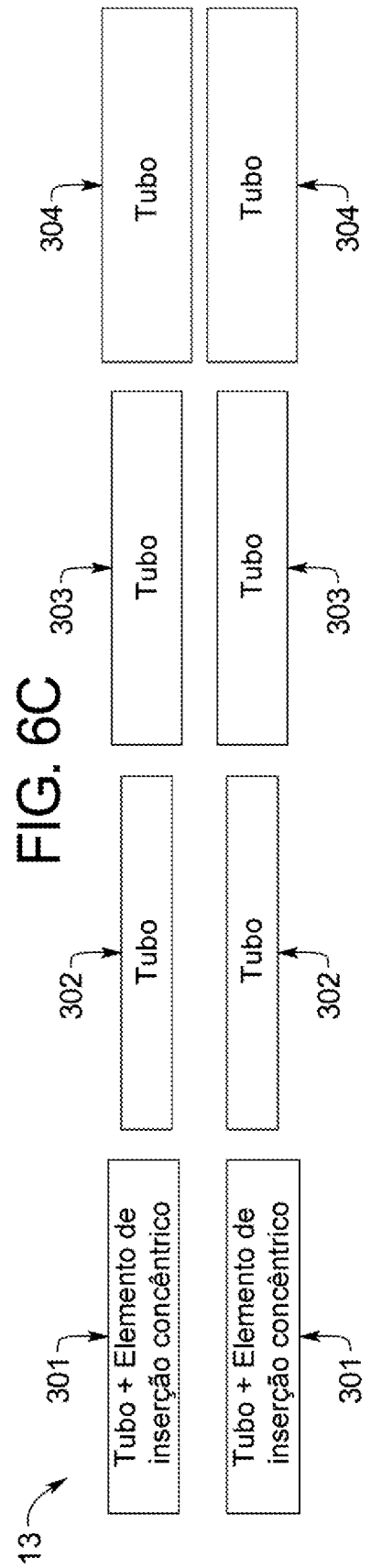
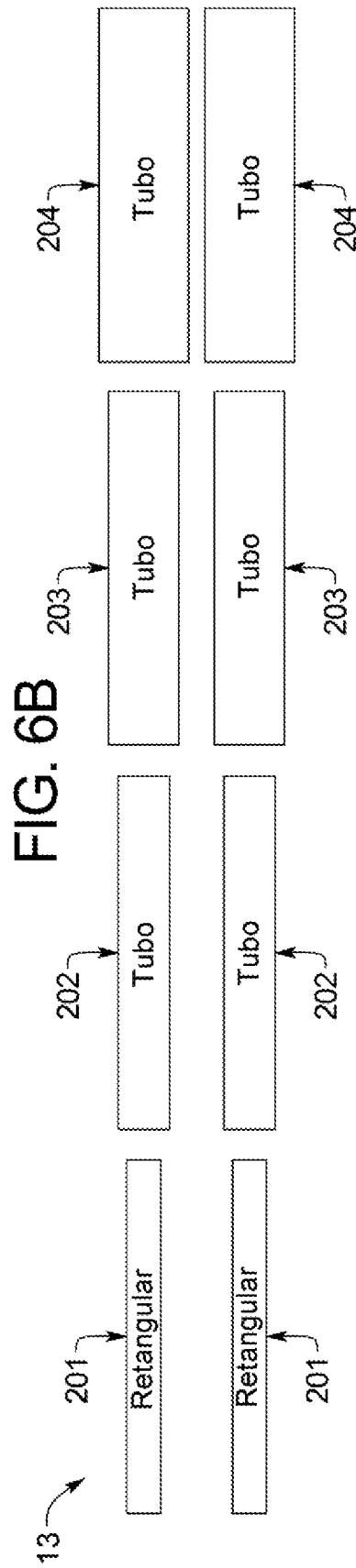
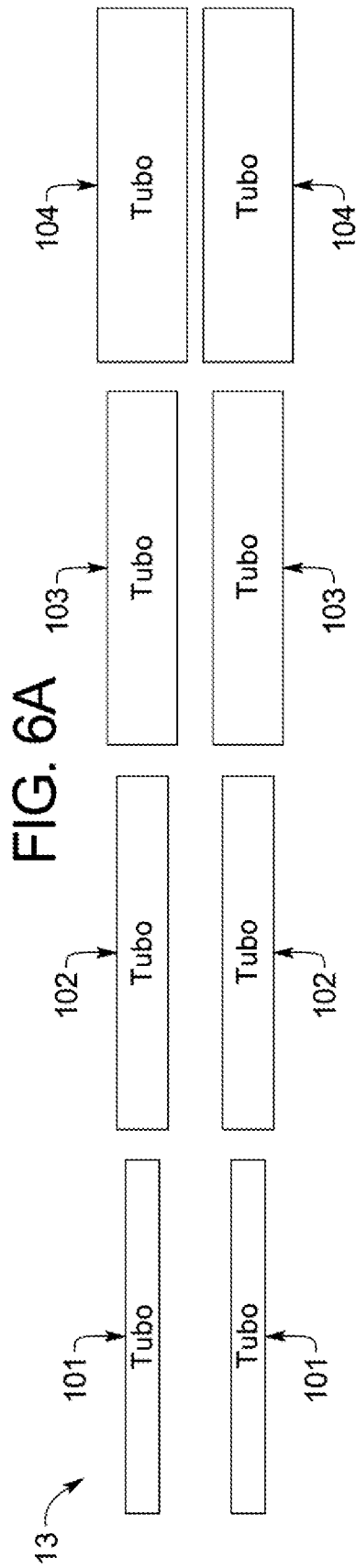


FIG. 5





RESUMO

Patente de Invenção: **"SISTEMA DE TROCADOR DE CALOR RAMIFICADO SIMÉTRICO E CONCÊNTRICO"**.

Um sistema de trocador de calor ramificado simétrico e concêntrico (10), inclui uma tubulação de entrada (11) que divide uniformemente o fluxo de produto na primeira seção do sistema, e também inclui uma matriz (13) de trocadores de calor concêntricos tubulares (14) dispostos em paralelo e em série. O fluxo através de cada perna do sistema pode ser adicionalmente dividido com tubulações secundárias (12). A divisão do fluxo de produto permite a troca de calor eficiente com vazões de produto mais altas e controláveis, e com pressões de entrada mais baixas no trocador de calor. Ter pressões de entrada mais baixas reduz o custo de construção do trocador de calor e permite a fixação de dispositivos de corte ou formatação nas saídas do trocador, para criar peças com formatos únicos. Os dispositivos de corte ou formatação podem ser instalados na extremidade do trocador de calor ramificado, para proporcionar resfriamento e corte em uma etapa de processo, ao mesmo tempo em que se elimina a etapa de manuseio do material envolvida em transportar o produto de e para um congelador de convecção forçada ou dispositivo de resfriamento similar.