



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

**(11) PI 0703901-8 B1**

**(22) Data do Depósito:** 10/10/2007

**(45) Data de Concessão:** 22/03/2016  
**(RPI 2359)**



---

**(54) Título:** DISPOSITIVO E PROCESSO PARA DISTRIBUIÇÃO DE CARGAS MISTAS SOBRE LEITOS FIXOS DE CATALISADOR EM REATORES DE FLUXO DESCENDENTE

**(51) Int.Cl.:** B01J 8/02

**(73) Titular(es):** PETRÓLEO BRASILEIRO S/A - PETROBRAS

**(72) Inventor(es):** WILSON KENZO HUZIWARA, DONIZETI AURÉLIO SILVA BELATO, JOSÉ ANTÔNIO VIDAL VIEIRA, ANGELO JOSE GUGELMIN, SHELTON ROLIM CERCAL, JORIVALDO MEDEIROS, WILLIAM VICTOR CARLOS CANDIDO, ADEMARO MARCHIORI, JORGE ROBERTO DUNCAN LIMA, ROBERTO RUVA, MARCELLE VENSÃO CAMARGO FOSCHIANI, ALINSON FRANCISCO GEROS

## **DISPOSITIVO E PROCESSO PARA DISTRIBUIÇÃO DE CARGAS MISTAS SOBRE LEITOS FIXOS DE CATALISADOR EM REATORES DE FLUXO DESCENDENTE**

### **CAMPO DA INVENÇÃO**

5 A presente invenção diz respeito a dispositivo e processo de distribuição de cargas mistas, contendo fases líquidas e gasosas, sobre leitos fixos de catalisador em reatores de fluxo descendente.

### **FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO**

10 São bem conhecidos os processos de refino de petróleo, de tratamento químico e de produção de compostos orgânicos, onde reagentes, em fases distintas, líquida e gasosa, são pré-misturados e carregados em reatores verticais para reagirem entre si ao passarem, em fluxo contínuo e descendente, por uma ou mais camadas de catalisadores sólidos granulados, suportados em bandejas permeáveis, intercaladas no  
15 sentido vertical do interior do reator, denominadas leitos fixos de catalisadores.

Dentre os processos de refino de petróleo que empregam esta técnica estão os processos conhecidos como hidrotratamento, hidrogenação, desidrogenação, hidrocraqueamento, além de outros.  
20 Todos são processos que geram reações exotérmicas e cujos reagentes são, usualmente, hidrocarbonetos líquidos ou parcialmente vaporizados e o hidrogênio gasoso.

Num processo típico de hidrocraqueamento, por exemplo, uma carga de hidrocarbonetos líquidos, de alto peso molecular, com Ponto  
25 Inicial de Ebulição (PIE) na faixa de 320°C a 390°C, é pré-misturada com hidrogênio gasoso, e, em seguida, injetada no topo de um reator vertical típico, como o que está representado esquematicamente na FIGURA 1, que acompanha este relatório.

A carga flui reator abaixo e enquanto passa continuamente através  
30 de leitos fixos de catalisador, vai reagindo entre si e gerando

hidrocarbonetos mais leves, de pesos moleculares na faixa do diesel (PIE em torno dos 30°C) ou da gasolina (PIE em torno dos 100°C), dependendo do grau de severidade imposto ao processo.

5 Para que essas reações exotérmicas ocorram de modo eficiente durante a passagem da carga pelos leitos fixos de catalisador é fundamental: primeiro, que a fase gasosa (hidrogênio) permaneça bem misturada à fase líquida (hidrocarbonetos), para assegurar a manutenção da razão estequiométrica de projeto dos reagentes e, segundo, que a carga seja uniformemente distribuída por sobre as superfícies dos leitos  
10 fixos de catalisador. Uma distribuição uniforme evita a formação de caminhos preferenciais, ou pontos quentes, os quais contornam (“bypass”) partes do catalisador presente nos leitos, enquanto sobrecarregam outras que sofrem uma desativação mais acelerada do catalisador devido à formação de coque.

15 Atender, simultaneamente, a essas duas exigências do processo é uma tarefa complexa, na medida em que não só existe uma tendência natural de segregação das fases da carga, como também os fluxos preferenciais, ou canalizações, tendem a se formar aleatoriamente, sem uma razão aparente.

20 A técnica ensina o emprego de dispositivos chamados de bandejas de distribuição para resolver esses problemas citados acima. Instalados entre os locais de entrada de carga e as superfícies dos leitos fixos e preenchendo todo o corte transversal do reator, tais dispositivos eram, no início, simples pratos perfurados que tinham por função criar um anteparo  
25 de proteção que, não somente evitasse que o derrame da carga se fizesse num único ponto do leito catalítico, mas que também fosse capaz de distribuir o fluxo de carga radialmente através dos diversos furos. Esta amplificação do número de pontos de chegada da carga aos leitos de catalisadores melhora a distribuição da carga sobre o leito.

30 Hoje, a maioria desses dispositivos se constitui, basicamente, de

bandejas, das mais variadas formas, instaladas da mesma maneira e locais dos pratos perfurados, mas que, ao invés dos furos, são vazadas por vários pequenos “diques”, similares a chaminés, que assumem inúmeras configurações. Esses dispositivos, em geral tubulares e providos com uma tampa com aberturas laterais, deixam passar gás e evitam a passagem direta de líquido, que fica parcialmente retido sobre a bandeja, formando um reservatório raso, para depois transbordar em cascata pelo interior dos diques tubulares junto com o gás, promovendo mais contato entre as duas fases e distribuindo melhor a carga sobre a superfície dos leitos catalíticos.

O aparecimento deste novo dispositivo aumentou a eficácia do processo, pois o contato mais demorado entre a fase gasosa e a fase líquida retida nas bandejas, melhorava a homogeneidade da carga, mas necessidades de aperfeiçoamento da técnica de distribuição da mesma ainda se faziam necessárias.

#### **TÉCNICA RELACIONADA**

Várias patentes descrevendo diferentes tipos de distribuidores de líquido têm sido apresentadas ao longo dos anos e a maioria delas se baseia em ensinamentos fornecidos por pesquisadores pioneiros, tais como **SCHIESSER** e **LAPIDUS**, *AICHEJ*, v.7; pg. 163 (1961); **HOFTZER**, “*Trans. Instn. Chem. Engrs.*” V.42, T109 (1964) e **ROSS**, “*Chem. Engr. Progress*, v.61; # 10, 77 (1965).

Um dos primeiros dispositivos para distribuição de líquido e homogeneização de cargas mistas a serem utilizados em reatores de hidrotratamento foi um distribuidor de prato perfurado contendo uma série de chaminés para a passagem de vapor. Conforme descrito na patente americana **US 2,632,692**, o dispositivo permitia a passagem do líquido pelos furos do prato enquanto o gás passava pelas chaminés, promovendo, na teoria, uma boa distribuição de carga.

Na prática o dispositivo deixava a desejar, na medida em que seu

desempenho ficava comprometido por qualquer desnível do prato, bem como por entupimentos dos furos causados por corrosão, coque, ou quaisquer outros fragmentos carregados para dentro do reator junto à carga.

5 Na patente americana **US 2,898,292** descreve-se um outro dispositivo do tipo prato perfurado, sendo que neste, nas perfurações se inseriam vertedores (“*downcomers*”) por onde líquido e vapor escoavam juntos. Havia ainda a colocação de “canaletas de distribuição de carga”, abaixo dos vertedores para evitar turbulência causada pela interferência  
10 do gás na descida do líquido. O dispositivo apresentava os mesmos problemas de desempenho citados acima.

Outro dispositivo similar foi descrito na patente americana **US 3,112,256** como sendo constituído por pratos perfurados com vertedores, sendo que, neste caso, os vertedores possuíam uma tampa,  
15 vazada nas laterais, para evitar o aporte direto de líquido para a camada de catalisadores e, ao mesmo tempo permitir a passagem de vapor pelas entradas laterais. Essa tampa cumpria a mesma função das canaletas de distribuição citadas no documento anterior, que era a de evitar a turbulência na descida do líquido em contato com fluxo do gás.

20 Os problemas causados pelos desnivelamentos permanecem agora agravados por detalhes de complexidade de montagem dos dispositivos.

É a partir dos dispositivos descritos nas patentes americanas **US 3,235,344** e **US 3,172,832** que os problemas relativos a eventuais desníveis das bandejas de distribuição começam a ser contornados.  
25 Nessas invenções as bandejas são constituídas exclusivamente por chaminés, também vazadas lateralmente, para permitir o escoamento simultâneo de líquido e gás, sendo que, desta feita, os vertedores apresentam furos em suas laterais para permitir um caminho adicional para o líquido. Tais furos laterais tendem a eliminar a má distribuição  
30 causada pelo desnível do prato, já que não depende mais do nível de

líquido para atingir igualmente todas as chaminés. Um detalhe adicional dessas invenções é o cesto coletor de carepas colocado na parte superior da bandeja o que demonstra a preocupação com a entrada de resíduos eventualmente trazidos nas cargas, que podem entupir os furos laterais e

5 atrapalhar o desempenho do dispositivo.

Ao se comparar o desempenho destes novos dispositivos, tipo bandeja, com os tipos anteriores de pratos perfurados, onde as chaminés eram responsáveis apenas pela passagem do gás, o número de chaminés passou a ser fundamental, já que, nestes casos, quanto maior o número

10 de chaminés, maior o número de pontos de distribuição de líquido.

Um novo conceito de distribuidores de líquido começa a aparecer na literatura, a partir da invenção descrita na patente americana **US 3,218,249** que introduz os chamados borbulhadores ("*bubble cap*") nas bandejas distribuidoras de líquido em reator de fluxo descendentes.

15 O dispositivo é similar aos borbulhadores amplamente utilizados em colunas de destilação de petróleo, porém com um princípio de operação diferente. No caso presente, o gás passa pelas aberturas laterais das tampas dos borbulhadores, e somente entra no vertedor da chaminé, para descer junto com o líquido descendente, depois de passar pela pequena

20 coluna de líquido (piscina) existente na bandeja. Isto promove um contato efetivo líquido/gás que contribui para manter a homogeneidade da carga, sem prejuízo da distribuição de líquido e com ganhos para a eficiência do processo como um todo.

Vários outros dispositivos estão apresentados em patentes

25 depositadas posteriormente, como por exemplo, aqueles descritos nas patentes americanas **US 3,353,924**, **US 3,592,612**, **US 3,218,249**, **US 3,824,080**, que também servem para delinear bem a estrutura do estado da arte do dispositivo de que trata a presente invenção.

Constituem ainda aprimoramentos tecnológicos importantes da

30 técnica as patentes americanas **US 4,126,540** e **US 5,462,719**, que

descrevem bandejas compostas por borbulhadores similares aos já descritos aqui anteriormente, mas dotados de furos nas laterais dos ditos borbulhadores, que ficam dispostos verticalmente em três níveis diferentes e tendo cada um deles diâmetros diversos entre si. Tal disposição de furos provê maior flexibilidade quanto a variações da razão líquido/gás e problemas de desnivelamento do prato.

Os inventores ensinam que é importante que os furos de diâmetros diferenciados sejam criteriosamente projetados de modo a manter o líquido no nível desejado, e que o ideal é que o diâmetro do furo do nível mais baixo seja menor que os demais para que se consiga manter um nível de líquido adequado na bandeja, mesmo em taxas muito baixas de líquido (alta carga gás/líquido).

Portanto, a análise do atual estado da arte indica a existência de um grande número de tipos de dispositivos e de processos de homogeneização e distribuição de cargas de fases mistas, como a que se referem a presente invenção. No caso presente, o aprimoramento contínuo da eficiência dos mesmos está muito atrelado ao fato de as novas invenções incorporarem ou compartilharem modificações de comprovado sucesso de invenções anteriores, compondo assim dispositivos e processos novos de desempenho sempre melhorado.

Conforme se descreve a seguir, a invenção agora proposta apresenta um dispositivo e processo inovadores, de desempenho comparável aos melhores já conhecidos, e que se utilizam de técnicas complementares de direcionamento de fluxo baseadas em práticas de laboratórios nunca incorporadas a tais dispositivos e que, adicionalmente, são de fácil fabricação e montagem.

### **SUMÁRIO DA INVENÇÃO**

A presente invenção trata de um dispositivo para distribuição de cargas mistas, contendo fases líquidas e gasosas, sobre leitos fixos de catalisador em reatores de fluxo descendente que compreende uma

bandeja plana, em forma de disco, vazada por uma série de tubos coletores, localizada acima da superfície de leitos fixos de catalisadores e do processo de homogeneização e distribuição de cargas através do dito dispositivo.

5           No centro dessas tampas dos dutos coletores é afixada uma haste de metal, que passa pelo centro interior dos mesmos e acaba acoplada a um cone defletor que tem a função de fazer a distribuição final da carga que deságua sobre os leitos fixos.

10           Já o processo de distribuição consiste em pré-misturar as fases que compõem a carga e injetá-la no reator de modo a dividir e direcionar a dita carga para a periferia da superfície do dispositivo de distribuição, evitando a ocorrência de um jorro unilateral direto sobre um ponto único do dispositivo.

15           Condições de processo atreladas a configurações específicas de dispositivo induzem a passagem da carga mista pelo mesmo, de forma que o gás livre desça através das janelas laterais das tampas dos dutos coletores, e o líquido retido na bandeja desça pelos orifícios dos tubos de cada um dos vários tubos coletores ou, eventualmente, transborde pelas paredes superiores dos tubos, caso os ditos orifícios não consigam escoar  
20 o líquido antes disso.

O fluxo de líquido é então atraído e direcionado pela haste rígida até o cone defletor existente na extremidade inferior da mesma, que vai então prover a distribuição final ideal do líquido sobre o leito fixo de catalisador.

#### **BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS**

25           O dispositivo e processo para distribuição de cargas mistas, contendo fases líquidas e gasosas, sobre leitos fixos de catalisador em reatores de fluxo descendente, objetos da presente invenção serão devidamente explicados a partir da descrição detalhada que se segue, tendo por base os desenhos abaixo referenciados, os quais são parte  
30 integrante do presente relatório.

A **Figura 1** mostra uma representação esquemática de um reator típico de fluxo descendente dotado de leitos fixos de catalisador, conhecido na literatura como reator "*trickle-bed*".

5 A **Figura 2** mostra uma representação esquemática da disposição dos dutos coletores fixados sobre a bandeja que os suporta e uma vista seccional dos mesmos ao longo da linha **A-A**.

A **Figura 3** mostra um corte frontal do duto coletor e detalhes esquemáticos do interior do mesmo.

10 A **Figura 4A** mostra gráficos que representam as curvas de nível da distribuição de líquido sobre o leito fixo geradas quando se medem as vazões médias de líquido descarregadas por cada um dos dutos coletores sobre a seção central de um dispositivo de distribuição comercialmente disponível no mercado, instalado em uma planta piloto de avaliação de desempenho de pratos distribuidores.

15 A **Figura 4B** mostra gráficos que representam as curvas de nível da distribuição de líquido sobre o leito fixo geradas quando se medem as vazões médias de líquido descarregadas por cada um dos dutos coletores sobre a seção central do dispositivo e processo de distribuição da presente invenção, instalado em uma planta piloto de avaliação de desempenho de  
20 pratos distribuidores.

### **DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO**

A descrição detalhada do dispositivo e processo de distribuição de cargas mistas líquido/gás sobre leitos fixos de catalisador em reatores de fluxo descendente, objeto da presente invenção, será feita com base nas  
25 figuras, de acordo com a identificação dos respectivos componentes.

A **Figura 1** mostra uma representação esquemática de um reator (1) típico de leitos fixos de catalisadores de fluxo descendente, onde uma carga mista contendo um líquido (por exemplo, hidrocarbonetos de alto peso molecular), e um gás (por exemplo, hidrogênio) é pré-misturada  
30 antes de ser alimentada no topo do reator (1) através de injetor central de

carga (2), e do dispositivo de distribuição de carga mistas (3), objeto da presente invenção.

O dito injetor central de carga (2) esparge a mistura periféricamente por sobre uma bandeja plana (4) em forma de disco, onde estão montados  
5 tubos coletores (5). Abaixo da bandeja plana (4) de distribuição de cargas localiza-se o primeiro leito (6) de catalisadores sólidos granulados (leito superior) entremeado por duas camadas (7, 8) de pelotas sólidas esféricas quimicamente inertes, sendo que na primeira camada (7) é comum se  
10 inserirem cestas porosas (9), também cheias de material cerâmico particulado inerte.

A função dessas camadas (7, 8) é contribuir para a distribuição uniforme da carga sobre o leito de catalisadores, enquanto as cestas (9) cumprem a tarefa de reter eventuais partículas estranhas advindas com a carga, que podem entupir o leito de catalisadores.

15 Nos poços (10), localizados no interior do leito de catalisador, são colocados os termopares (não mostrados na Figura) que medem as temperaturas nos leitos e que possibilitam o controle das reações exotérmicas que ali ocorrem durante a passagem da carga.

Abaixo dessa segunda camada (8) de pelotas sólidas situa-se a  
20 câmara de “amortecimento” da reação (11) ou câmara de “*quench*”, que fica entre dois leitos adjacentes. Como as reações ocorridas no primeiro leito superior (6) são altamente exotérmicas, se faz necessário proteger o leito seguinte (12), ou os próximos leitos, do calor excessivo gerado acima. Tipicamente, este amortecimento é conseguido por  
25 intermédio da injeção de um gás frio no reator, no caso, o hidrogênio, o que é feito através da chamada “*panela de quench*” (13), que para cumprir adequadamente tal tarefa tem de promover uma ótima distribuição do gás, horizontal ou radialmente, por toda a superfície transversal do reator, logo abaixo da carga que flui do leito superior (6).

30 A mistura de gás e líquido é mantida ao se fazer a carga passar por

um segundo dispositivo de distribuição (14), semelhante ao primeiro, localizado logo abaixo da “**panela de *quench***” (13) e fluir através do mesmo para chegar à superfície do leito seguinte (12) tão uniformemente quanto o fez do primeiro leito superior (6). O produto final é colhido pelo  
5 coletor de produto (15), na parte de baixo do reator, assim como se faz para recolher catalisador gasto pelo coletor de catalisador (16).

As Figuras 2 e 3 mostram uma possível concretização da presente invenção. Sobre toda a superfície da bandeja plana (4), em forma de disco, localizada acima da superfície dos ditos leitos fixos de catalisadores  
10 são afixados tubos coletores (5) de modo que a configuração da mesma fique conforme se mostra na seção A-A da Figura 2.

O número de tubos coletores (5) pode variar de 50 a 200, mas, preferencialmente, deve ficar entre 100 a 150 por m<sup>2</sup> de superfície de bandeja. O diâmetro interno desses tubos coletores (5) pode variar de 10 a  
15 50 mm, mas, preferencialmente, deve ficar entre 15 e 30 mm.

Para obtenção do efeito de distribuição uniforme é necessário que os tubos coletores (5) vizinhos estejam instalados num passo uniforme qualquer, mas, preferem-se os passos triangulares, onde os mesmos estejam montados sobre a bandeja plana (4) como se estivessem nos  
20 vértices de um triângulo equilátero ou um triângulo isósceles, como mostra a vista de topo da seção A-A da Figura 2. Note-se que o tipo de passo triangular é definido pelas distâncias: a, b e c, as quais podem ser iguais (caso do passo triangular equilátero), duas delas iguais e terceira diferente (caso do passo triangular isósceles) ou todas diferentes entre si.

25 As distâncias entre os centros dos tubos coletores (5) a serem afixados na superfície da bandeja plana (4) podem variar de 4 a 10 vezes o comprimento do diâmetro interno dos tubos coletores (5), sendo preferível que fiquem em torno de 5 a 8 vezes a medida do diâmetro.

O dispositivo para distribuição de cargas mistas (3), objeto da  
30 presente invenção, compreende uma bandeja plana em forma de disco,

vazada por uma série de tubos coletores, localizada acima da superfície de leitos fixos de catalisadores, capaz de promover a homogeneização e distribuição de cargas através do dito dispositivo.

Esses tubos coletores, montados desta forma, têm por objetivo restringir e reorientar o fluxo de cargas mistas, multiplicando os pontos de queda das mesmas, principalmente da fase líquida por sobre os leitos de catalisadores. Para fazer isto, esses dutos coletores, que são segmentos de tubos, que se distribuem por toda a superfície da bandeja possuem tampas, afixadas na extremidade superior dos mesmos, que impedem o fluxo direto da carga sobre o leito de catalisador e criam um reservatório de líquido sobre a bandeja, o qual é escoado posteriormente dispositivo abaixo de uma forma mais controlada.

Tal suavização de escoamento do líquido retido na bandeja é promovida por um ou mais furos, existentes nas paredes laterais dos tais tubos, que ficam alinhados e intercalados verticalmente desde as bases dos tubos que tocam a superfície da bandeja até o limite superior dos mesmos. Além disso, as tampas que cobrem os dutos coletores são vazadas por janelas laterais por onde passam, ao mesmo tempo, o líquido, que, eventualmente, pode transbordar da bandeja quando os furos laterais não tiverem vazão suficiente para esgotar, e o gás.

A **Figura 3** apresenta o tubo coletor (5) em corte frontal. Como pode ser observado, o tubo coletor (5) é composto por um segmento de tubo (17), aberto nas duas extremidades, tendo uma tampa (18), vazada por janelas laterais (19), afixada em sua extremidade superior, e em cujo centro, na extremidade interior, é presa uma haste rígida (20), de preferência cilíndrica, mas que pode ter seção transversal quadrada ou retangular, cujo diâmetro (ou espessura) varia na faixa de 1/4 a 1/2 do diâmetro interno do tubo (17), preferencialmente 1/4.

Na extremidade oposta desta haste rígida (20), é acoplado um cone defletor reto (21), maciço ou oco, cuja geratriz forma um ângulo com a

base (22) que pode variar de 15 a 70 graus, mas que, preferencialmente, deve estar entre 30 a 45 graus. O diâmetro da base do cone depende do ângulo adotado para gerá-lo, mas tem de ser, entre 2 e 15 cm maior do que o diâmetro externo do tubo (17).

- 5 A função da dita haste rígida (20) é justamente receber e direcionar, tanto o líquido que transborda, como o líquido que passa pelos furos dos segmentos de tubo (17) para o vértice do dito cone defletor (21) instalado na extremidade inferior da mesma.

10 Na parede dos segmentos de tubo (17) do tubo coletor (5) existem ainda, os suportes de sustentação (23) dos mesmos sobre a bandeja plana, além de pelo menos um par de furos circulares (24), dispostos de maneira diametralmente opostas e separados verticalmente a partir da superfície da bandeja plana (4).

15 A quantidade e o diâmetro destes furos circulares (24), bem como a altura dos mesmos, tanto em relação à bandeja, como entre si, depende das condições de operação do processo e por isso devem ser especificados de modo a prover o perfil de distribuição de carga, conforme será descrito mais adiante. Da mesma forma, a distância  $y$  entre a extremidade inferior do tubo (17) e o cone defletor (21) deve ser ajustada  
20 para promover o “efeito chuva” sobre o leito de catalisador, configuração essa que também é função das condições de operação do processo.

Em operação o dispositivo para distribuição de cargas mistas da presente invenção - conjunto constituído pela bandeja plana (4) e tubo coletor (5) - é instalado acima dos leitos de catalisadores (6,12) através do  
25 qual a carga tem de ser distribuída. Tipicamente, a superfície do dispositivo de distribuição de carga mista (3) fica cerca de 10 a 50 cm acima dos leitos, preferencialmente de 20 a 30 cm. A parte líquida da carga mista a ser distribuída cai sobre o referido dispositivo e é inicialmente defletida pelas tampas (18) dos tubos coletores (5), impedindo  
30 que uma passagem direta pelos segmentos de tubo (17) dos tubos

coletores (5), e começa a se acumular sobre a bandeja (4) até atingir um determinado nível de líquido, cuja altura é determinada pelas condições de processo.

O líquido então passa a atravessar o dispositivo através dos furos  
5 circulares (24) das paredes dos tubos coletores (5) e, eventualmente,  
também pelas janelas laterais (19) das tampas (18), por transbordamento,  
sobre as paredes dos segmentos de tubo (17). Ao fazer isso, o líquido vai  
de encontro à haste rígida (20) no interior dos segmentos de tubo (17), e  
se mantém colado à mesma pela ação da tensão superficial, enquanto  
10 desce até a extremidade inferior da haste rígida (20), onde encontra o  
vértice do cone (21) que vai receber e espalhar esse fluxo, produzindo  
assim, um gotejamento mais espreado sobre o leito. Tal função da haste  
rígida (20) é fundamental no presente processo de distribuição de carga,  
porque, sem a mesma, o efeito de dispersão do líquido não seria tão  
15 eficiente, trata-se do mesmo fenômeno do uso de haste de vidro em  
técnicas laboratoriais de pipetagem. O gás flui através das janelas laterais  
(19) da tampa (18), mantendo o máximo de contato com a fase líquida,  
completando o processo de homogeneização e distribuição da carga.

O dispositivo da presente invenção pode ser fabricado a partir de  
20 qualquer tipo de material metálico adequado, a depender da aplicação a  
que se destina. Na maioria dos casos metais e ligas metálicas podem ser  
usados, tais como ferro, aço-carbono, aço inoxidável, ou similares. Apenas  
não se devem utilizar materiais que afetem ou sejam afetados pelos fluidos  
nem pelas condições de processo, como por exemplo, temperatura e  
25 pressão.

O elemento tubo coletor (5) com a haste rígida (20) central introduz  
uma vantagem adicional quando comparado a outros elementos citados no  
estado da técnica, na medida em que facilita a mecânica de fabricação e  
montagem do dispositivo, quando se precisa proceder a eventuais  
30 minimizações do espaço livre de descarga dos dutos, ou dos níveis de

restrição existentes nos mesmos para a saída de fluxos de gás e líquidos. Ou seja, caso se tenha que otimizar uma distribuição de carga torna-se mais fácil alterar a configuração dos tubos coletores (5), já que, segundo os ensinamentos do estado da técnica, quanto maior a restrição à  
5 descarga dos fluxos, melhor será a distribuição final obtida. Sabe-se também que a perda de pressão causada por tais restrições é considerada desprezível na maioria das aplicações conhecidas.

A presente invenção será agora ilustrada por um exemplo, o qual, todavia, não deve ser considerado como limitativo da mesma, mas sim  
10 demonstrar que os objetivos da invenção foram plenamente alcançados.

### **EXEMPLO**

Foram realizados testes em planta piloto, onde a eficiência de um dispositivo de distribuição de projeto conhecido e disponível no mercado foi comparado com a eficiência do dispositivo da presente invenção, em  
15 idênticas condições de operação.

Os testes foram realizados sob as condições básicas descritas a seguir.

Uma mistura de água e ar foi colocada a descer sobre cada um dos dispositivos sob teste. A água era fornecida a uma velocidade superficial  
20 de 16 cm/s, e o ar, a uma velocidade superficial de a 13 cm/s (a 25°C e 1 kg/cm<sup>2</sup> de pressão absoluta).

No dispositivo da presente invenção empregou-se a seguinte configuração:

a) passo triangular isósceles de vazamento da bandeja plana (4)  
25 pelos tubos coletores (5), com a menor distância (b) e a maior distância (a) entre os centros dos diâmetros dos segmentos de tubo (17), respectivamente, igual a 5,8 e a 6,3 vezes o diâmetro interno dos ditos tubos, provendo um dispositivo com o equivalente a 120 tubos coletores por metro quadrado de bandeja;

30 b) comprimento total dos segmentos de tubo (17) igual a 25 cm, com

dois furos circulares (24) laterais de 0,62 cm, distantes entre si 6 cm, sendo que o furo inferior estava localizado a 3cm da superfície da bandeja plana (4);

c) hastes cilíndricas (20) com diâmetros iguais a  $\frac{1}{4}$  dos diâmetros internos dos tubos, terminando em cones defletores maciços (21) com diâmetros de base 10 cm maiores que o diâmetro interno dos tubos coletores e ângulos de 30° com a base (22) e distância (y) entre a extremidade inferior do tubo (17) e o cone defletor (21) sendo igual a 2mm;

A qualidade da distribuição da água através dos tubos coletores (5) dos dois dispositivos testados foi medida na secção transversal do leito, através de 120 medidores pontuais de vazão e lançada em gráfico. A menor distância (b) corresponde ao eixo "X", a maior distância (a) corresponde ao eixo "Y", enquanto a média da vazão de descarga corresponde ao eixo "Z". O resultado obtido é apresentado em imagens bidimensionais semelhantes à "curvas de nível", que são mostradas nos gráficos da Figura 4.

Note-se que o gráfico da esquerda (Figura 4A), que mostra os resultados obtidos com um dispositivo de referência existente no mercado, apresenta sete círculos difusos, formados por curvas quase concêntricas, onde se plotam as vazões de água medidas.

O modelo de gráfico simula "elevações", ou pequenos "morros" sob os sete tubos coletores (5): isto significa que a distribuição de líquido sobre os leitos de catalisadores se concentra muito sob os dutos, sendo, portanto, irregular.

Já o gráfico da direita (Figura 4B), que mostra os resultados obtidos com o dispositivo da presente invenção, não apresenta nenhum círculo; a modelagem acaba simulando algo como se fosse uma "planície", sem as elevações, que denotam as concentrações de fluxo descendente em pontos específicos descritas acima, comprovando a distribuição mais uniforme do líquido que desce sobre o leito de catalisadores.

### REIVINDICAÇÕES

1-. **DISPOSITIVO PARA DISTRIBUIÇÃO DE CARGAS MISTAS, SOBRE LEITOS FIXOS DE CATALISADOR EM REATORES DE FLUXO DESCENDENTES**, que compreende uma bandeja plana (4), em forma de disco, localizada acima da superfície dos leitos fixos de catalisadores (6, 5 12), vazada por uma série de tubos coletores (5) distribuídos por toda a superfície da bandeja plana (4) segundo um passo uniforme, caracterizado por os tubos coletores (5) compreenderem segmentos de tubo (17), abertos nas duas extremidades, tendo uma tampa (18), vazada 10 por janelas laterais (19), afixada em sua extremidade superior, e em cujo centro, na extremidade interior, é presa uma haste rígida (20); na extremidade oposta da dita haste rígida (20), ter acoplado um cone defletor reto (21), maciço ou oco, cuja geratriz forma um ângulo com a base (22), que pode variar de 15 a 70 graus; a distância y entre a 15 extremidade inferior dos segmentos de tubo (17) e o cone defletor (21) poder ser ajustada.

2-. **DISPOSITIVO PARA DISTRIBUIÇÃO DE CARGAS MISTAS, SOBRE LEITOS FIXOS DE CATALISADOR EM REATORES DE FLUXO DESCENDENTES**, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por 20 adicionalmente na parede dos segmentos de tubo (17) do tubo coletor (5) existirem suportes de sustentação (23) dos mesmos sobre a bandeja plana (4), além de pelo menos um par de furos circulares (24), dispostos de maneira diametralmente opostas e separados verticalmente a partir da superfície da bandeja plana (4).

25 3-. **DISPOSITIVO PARA DISTRIBUIÇÃO DE CARGAS MISTAS, SOBRE LEITOS FIXOS DE CATALISADOR EM REATORES DE FLUXO DESCENDENTES**, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por a dita haste rígida (20) receber e direcionar, tanto o líquido que transborda, como o líquido que passa pelos furos circulares (24) dos segmentos de 30 tubo (17) para o vértice do dito cone defletor (21) instalado na extremidade

inferior da mesma.

**4-. DISPOSITIVO PARA DISTRIBUIÇÃO DE CARGAS MISTAS, SOBRE LEITOS FIXOS DE CATALISADOR EM REATORES DE FLUXO DESCENDENTES,** de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por

5 os tubos coletores (5) vizinhos estarem instalados num passo uniforme qualquer, de preferência passos triangulares, onde os mesmos estejam montados sobre a bandeja plana (4) como se estivessem nos vértices de um triângulo equilátero ou um triângulo isósceles.

**5-. DISPOSITIVO PARA DISTRIBUIÇÃO DE CARGAS MISTAS, SOBRE LEITOS FIXOS DE CATALISADOR EM REATORES DE FLUXO**

10 **DESCENDENTES,** de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por as distâncias entre os centros dos tubos coletores (5) a serem afixados na superfície da bandeja plana (4) variarem de 4 a 10 vezes o comprimento do diâmetro interno dos segmentos de tubo (17) dos tubos coletores (5),  
15 preferencialmente em torno de 5 a 8 vezes a medida do diâmetro.

**6-. DISPOSITIVO PARA DISTRIBUIÇÃO DE CARGAS MISTAS, CONTENDO FASES LÍQUIDAS E GASOSAS, SOBRE LEITOS FIXOS DE CATALISADOR EM REATORES DE FLUXO DESCENDENTES,** de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o diâmetro interno dos  
20 segmentos de tubo (17) dos tubos coletores (5) variar de 25mm a 75mm.

**7-. DISPOSITIVO PARA DISTRIBUIÇÃO DE CARGAS MISTAS, CONTENDO FASES LÍQUIDAS E GASOSAS, SOBRE LEITOS FIXOS DE CATALISADOR EM REATORES DE FLUXO DESCENDENTES,** de acordo com a reivindicação 6, caracterizado por o diâmetro interno dos

25 segmentos de tubo (17) dos tubos coletores (5) variar, preferencialmente, entre 15mm e 30mm.

**8-. DISPOSITIVO PARA DISTRIBUIÇÃO DE CARGAS MISTAS, SOBRE LEITOS FIXOS DE CATALISADOR EM REATORES DE FLUXO DESCENDENTES,** de acordo com as reivindicações 1, caracterizado por

30 o número dos furos circulares (24) dos segmentos de tubo (17)

preferencialmente variar entre um e três.

9-. **DISPOSITIVO PARA DISTRIBUIÇÃO DE CARGAS MISTAS, SOBRE LEITOS FIXOS DE CATALISADOR EM REATORES DE FLUXO DESCENDENTES**, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por a haste rígida (20) ser de seção circular, quadrada, retangular ou mista.

10-. **DISPOSITIVO PARA DISTRIBUIÇÃO DE CARGAS MISTAS, SOBRE LEITOS FIXOS DE CATALISADOR EM REATORES DE FLUXO DESCENDENTES**, de acordo com a reivindicação 9, caracterizado por a haste rígida (20) ser, preferencialmente, de seção circular.

11-. **DISPOSITIVO PARA DISTRIBUIÇÃO DE CARGAS MISTAS, SOBRE LEITOS FIXOS DE CATALISADOR EM REATORES DE FLUXO DESCENDENTES**, de acordo com a reivindicação 10, caracterizado por a espessura da haste rígida (20) variar de 1/4 a 1/2 do diâmetro interno do segmento de tubo (17).

12-. **DISPOSITIVO PARA DISTRIBUIÇÃO DE CARGAS MISTAS, SOBRE LEITOS FIXOS DE CATALISADOR EM REATORES DE FLUXO DESCENDENTES**, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por a estrutura do cone defletor (21) ser preferencialmente maciça.

13-. **DISPOSITIVO PARA DISTRIBUIÇÃO DE CARGAS MISTAS, SOBRE LEITOS FIXOS DE CATALISADOR EM REATORES DE FLUXO DESCENDENTES**, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o número de tubos coletores (5) afixados sobre a superfície da bandeja plana (4) variar na faixa de 50 a 200 por m<sup>2</sup>.

14-. **DISPOSITIVO PARA DISTRIBUIÇÃO DE CARGAS MISTAS, SOBRE LEITOS FIXOS DE CATALISADOR EM REATORES DE FLUXO DESCENDENTES**, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado por o número de tubos coletores (5) afixados sobre a superfície da bandeja plana (4) variar de 50 a 200, preferencialmente, de 100 a 150 por m<sup>2</sup>.

15. **PROCESSO PARA DISTRIBUIÇÃO DE CARGAS MISTAS, SOBRE LEITOS FIXOS DE CATALISADOR EM REATORES DE FLUXO**

**DESCENDENTES**, sobre leitos fixos de catalisador em reatores de fluxo descendentes, **caracterizado por** compreender as seguintes etapas:

- a) pré-misturar e injetar num reator (1) uma carga mista;
- b) dividir e direcionar a dita carga utilizando um tipo de injetor central de carga (2) capaz de direcionar para a periferia da superfície do dispositivo de distribuição definido na reivindicação 1, de modo a evitar a ocorrência de um jorro unilateral direto central em ponto único do dispositivo;
- c) ajustar as condições de processo e a distância (**y**) entre a extremidade inferior do tubo (17) e o cone defletor (21), para assegurar uma adequada retenção de líquido sobre a bandeja plana (4), que possibilite o máximo de eficiência aos tubos coletores (5) no trabalho de passagem de líquido e assim obter uma distribuição homogênea da mistura sobre o leito fixo de catalisadores.

FIG. 1

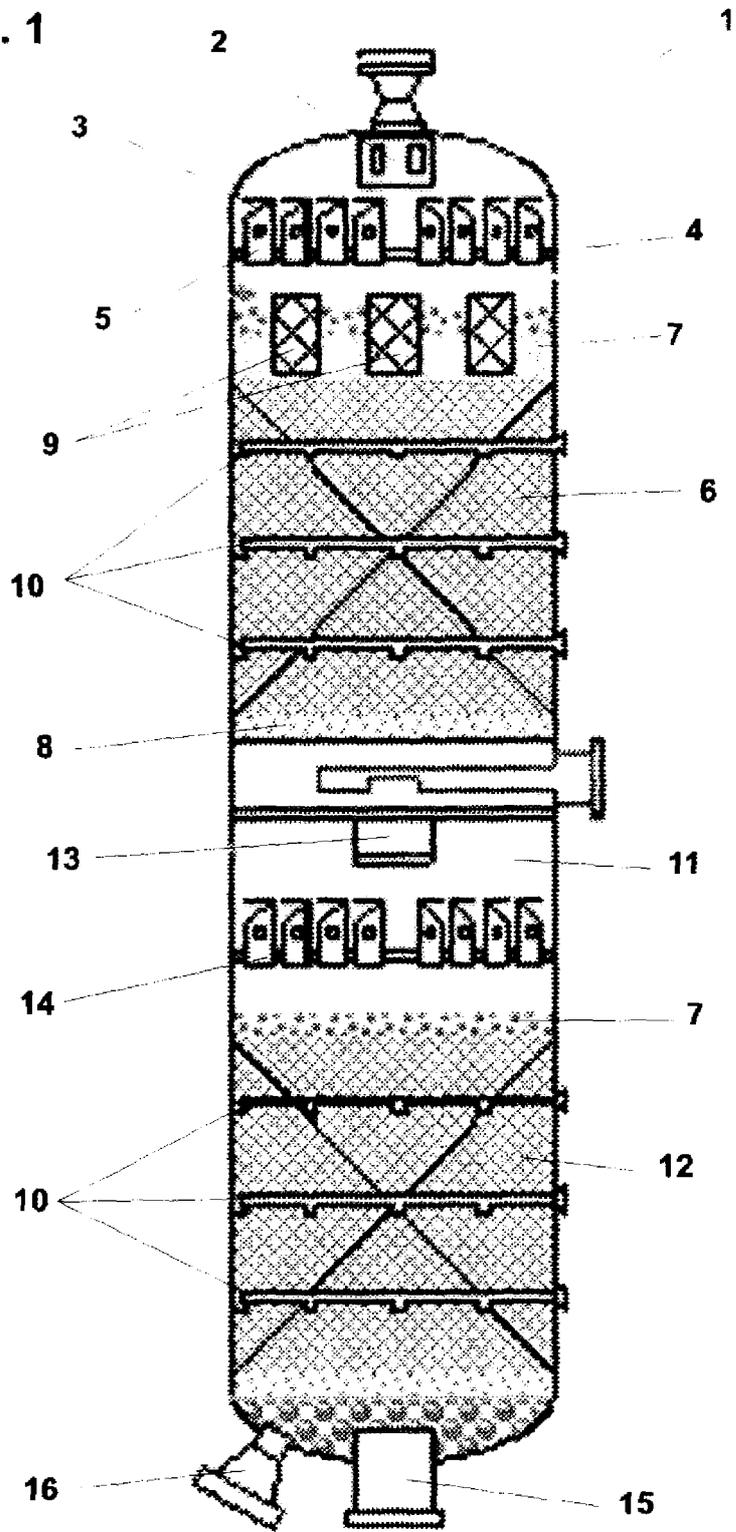


FIG. 2

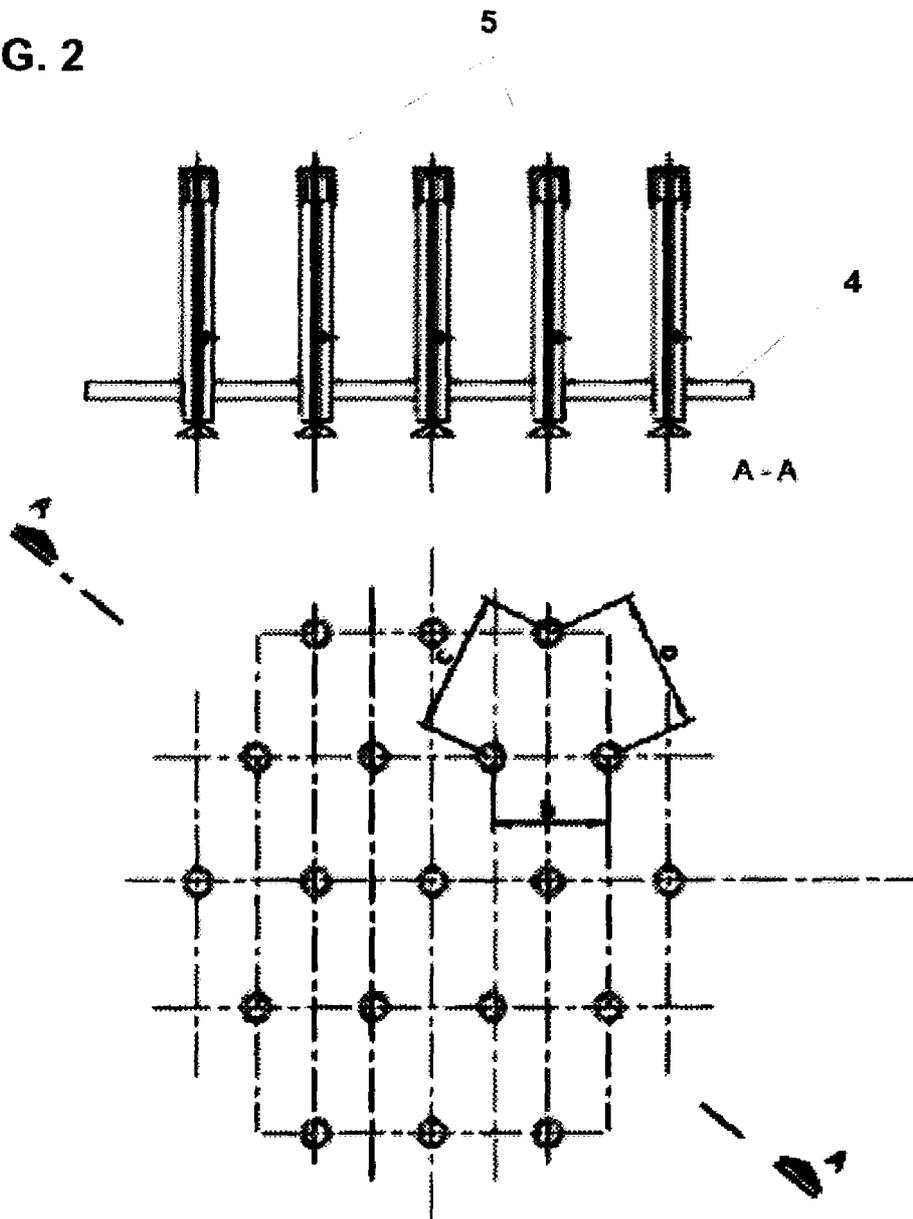
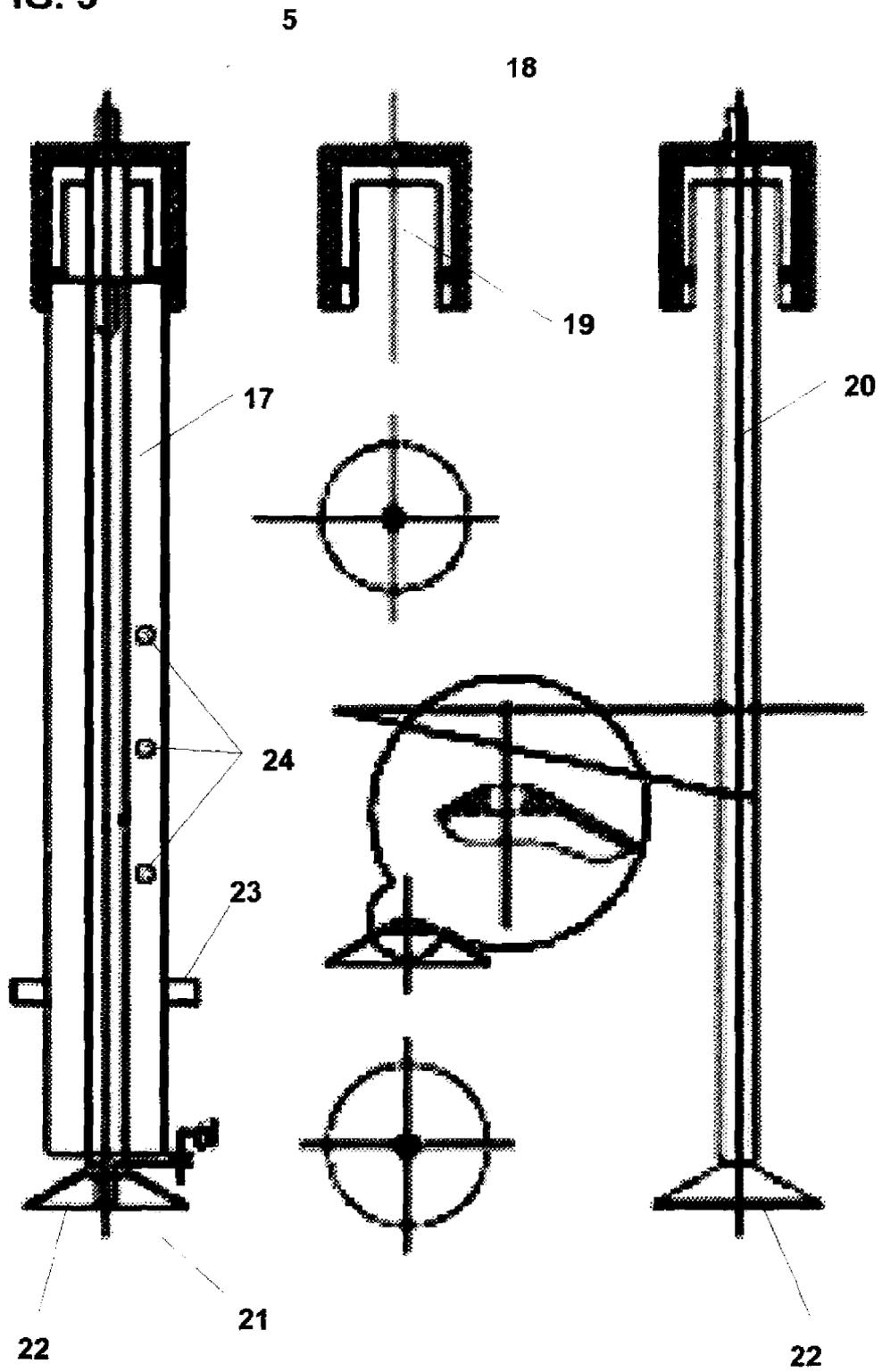


FIG. 3



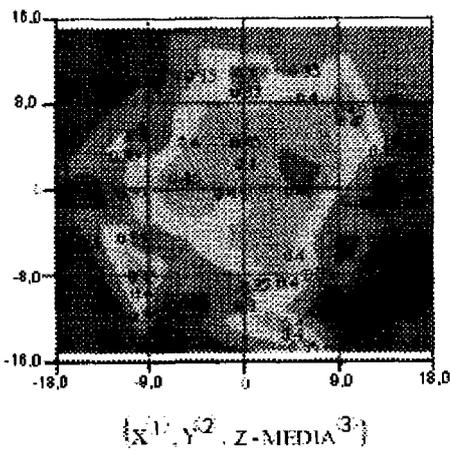
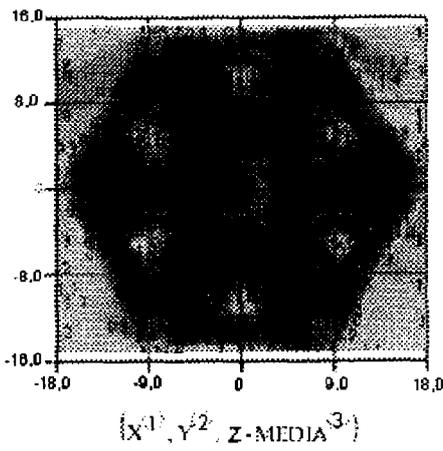
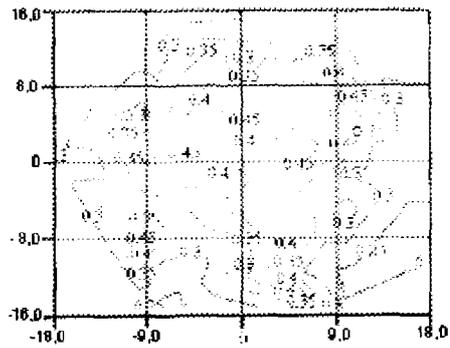
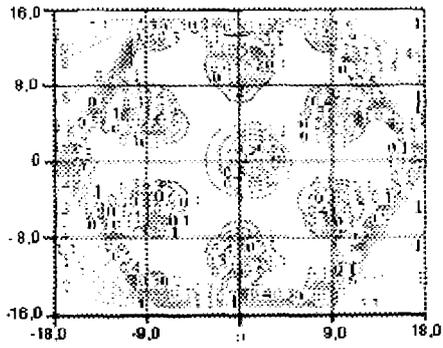


FIG 4A

FIG 4B

**RESUMO****DISPOSITIVO E PROCESSO PARA DISTRIBUIÇÃO DE CARGAS MISTAS SOBRE LEITOS FIXOS DE CATALISADOR EM REATORES DE FLUXO DESCENDENTE**

- 5           A presente invenção trata de um dispositivo e respectivo processo para distribuição de cargas mistas que compreende uma bandeja plana em forma de disco, vazada por uma série de tubos coletores, localizada acima da superfície de leitos fixos de catalisadores, capaz de promover a homogeneização e distribuição de cargas através do dito dispositivo.
- 10           Esses tubos coletores, montados desta forma, têm por objetivo restringir e reorientar o fluxo de cargas mistas, multiplicando os pontos de queda das mesmas, principalmente da fase líquida por sobre os leitos de catalisadores. Para fazer isto, esses dutos coletores, que são segmentos de tubos, que se distribuem por toda a superfície da bandeja possuem
- 15           tampas, afixadas na extremidade superior dos mesmos, que impedem o fluxo direto da carga sobre o leito de catalisador e criam um reservatório de líquido sobre a bandeja, o qual é escoado posteriormente dispositivo abaixo de uma forma mais controlada.