



República Federativa do Brasil

Ministério do Desenvolvimento, Indústria,
Comércio e Serviços

Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 0909601-9 B1

(22) Data do Depósito: 27/05/2009

(45) Data de Concessão: 18/02/2025

(54) Título: ROTOR DE BOMBA DE LODO, BOMBA CENTRÍFUGA PARA LODO TIPO VOLUTA, MÉTODO PARA PRODUÇÃO DE UMA MOLDURA DE UM ROTOR, MÉTODO PARA REEQUIPAMENTO DE UMA PÁ GUIA DE DESCARGA EM UM ROTOR E MÉTODO PARA REEQUIPAMENTO DE UMA PÁ EM UMA BOMBA CENTRÍFUGA

(51) Int.Cl.: F04D 29/22.

(30) Prioridade Unionista: 14/08/2008 AU 2008904164; 27/05/2008 AU 2008902860.

(73) Titular(es): WEIR MINERALS AUSTRALIA LTD.

(72) Inventor(es): LUIS MOSCOSO LAVAGNA; WEN-JIE LIU; GARRY BRUCE GLAVES; KEVIN EDWARD BURGESS.

(86) Pedido PCT: PCT AU2009000661 de 27/05/2009

(87) Publicação PCT: WO 2009/143569 de 03/12/2009

(85) Data do Início da Fase Nacional: 25/11/2010

(57) Resumo: Rotor de bomba de lodo, bomba centrífuga para lodo do tipo voluta, método para produção de uma moldura de um rotor, método para reequipamento de um pá guia de descarrega em um rotor, método para reequipamento de uma pá em uma bomba centrífuga e rotor de uma bomba centrífuga, rotor de bomba de lodo que inclui uma mortalha frontal e uma mortalha traseira, sendo que cada uma contém uma face interna principal com uma borda periférica externa e um eixo central, uma pluralidade de pás que se projetam entre as faces internas principais das mortalhas, sendo as pás de bombeamento ficam dispostas espaçadas entre si, cada pá de bombeamento inclui uma borda na região do eixo central e um flanco na região das bordas periféricas externas das mortalhas com uma passagem possui associada uma pá guia de descarga, sendo que cada pá guia de descarga fica disposta dentro de uma respectivas passagem e localizada perto de uma ou outra pá de bombeamento, se projetando a partir da face interna principal de pelo menos uma de cada mortalha.

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"ROTOR DE BOMBA DE LODO, BOMBA CENTRÍFUGA PARA LODO TIPO VOLUTA, MÉTODO PARA PRODUÇÃO DE UMA MOLDURA DE UM ROTOR, MÉTODO PARA REEQUIPAMENTO DE UMA PÁ GUIA DE DESCARGA EM UM ROTOR E MÉTODO PARA REEQUIPAMENTO DE UMA PÁ EM UMA BOMBA CENTRÍFUGA".**

Campo Técnico

[001] Este documento refere-se, em geral, a rotores para bombas centrífugas para lodo. O lodo é normalmente uma mistura de um líquido com partículas sólidas e são comumente" usados na indústria de processamento de minerais, areia e cascalho e/ou de dragagem.

Histórico da Arte

[002] Bombas centrífugas para lama geralmente incluem uma caixa de bomba tendo uma câmara de bombeamento dentro desta que pode ser de uma configuração espiral com um rotor montado, para rotação dentro da câmara de bombeamento. Um eixo de acionamento é operativamente conectado ao rotor da bomba para desempenhar a rotação deste, sendo que o eixo de acionamento entra na caixa da bomba de um lado. A bomba ainda inclui uma entrada que é tipicamente coaxial com relação ao eixo de acionamento e localizada no lado oposto da caixa da bomba ao eixo de acionamento. Também há uma saída de descarga tipicamente localizada na periferia da caixa de bomba.

[003] O rotor tipicamente inclui um cubo ao qual o eixo de acionamento está operativamente conectado e pelo menos uma mortalha. As pás de bombeamento estão prevista no lado da mortalha com passagens de descarga entre as pás adjacentes de bombeamento. Em uma forma do rotor, são previstas duas mortalhas com as pás de bombeamento sendo dispostas entre as mesmas. O rotor da bomba está adaptado para ser operado em diferentes velocidades para gerar

a carga de pressão necessária.

[004] Geralmente, é necessário que as bombas de lodo tenham um tamanho relativamente grande com um diâmetro relativamente grande e rotores com grande largura. Estas bombas precisam ter passagens de descarga relativamente grandes, a fim de facilitar a passagem de sólidos maiores no lodo e reduzir a velocidade geral do lodo, que passa através do rotor. As peças da bomba de lodo são sujeitas a um desgaste significativo a partir das partículas no lodo. Como resultado disso, o número de pás de bombeamento é pequeno, por exemplo, três, quatro ou cinco. Como tentativa de reduzir o desgaste, bombas de lodo são tipicamente operadas em velocidades relativamente baixas, por exemplo, de 200 rpm até 5000 rpm para bombas muito pequenas. Os materiais usados nas peças de bombas de lodo são, de forma geral, feitos de metais muito pesados os quais são adaptados para serem sacrificados e subsequentemente substituídos. Com a finalidade de alterar o desempenho da bomba em termos de vazão e carga de pressão, as bombas centrífugas podem conseguir isso através da variação da velocidade da bomba.

[005] Bombas centrífugas para lodo normalmente precisam ter capacidade de uso para uma vasta gama de condições de vazão e pressão de carga. O desempenho de bombas centrífugas para lodo pode ser adversamente afetado pelo tamanho, densidade, e concentração das partículas dentro do lodo, sendo que o desempenho da bomba também será afetado pelo desgaste. A necessidade de ser capaz de operar uma bomba de lodo sobre uma ampla gama de condições significa que, por causa das passagens maiores no rotor, o desempenho da bomba tende a variar substancialmente, fornecendo menos direcionamento para a vazão através do rotor, em comparação com uma bomba de água menor e mais estreita que fornece um bom direcionamento à vazão. Partículas e líquido do lodo também tendem a

seguir caminhos diferentes através do rotor em função do tamanho específico da partícula e da concentração no lodo. Este fenômeno será agravado pelo desgaste do rotor. Com frequência; as bombas centrífugas sofrem pela perda de vazão por causa do deslizamento na periferia do impulsor e da recirculação na entrada e na saída do rotor. Podem ser estabelecidos padrões de vazão no estilo de vórtice na descarga da bomba em pequenas vazões. Tais fenômenos normalmente resultam em um fraco desempenho da bomba.

[006] Outro fenômeno associado com bombas centrífugas é a cavitação, que ocorre principalmente na entrada da bomba e na entrada do rotor e que pode afetar o desempenho da bomba e pode até causar danos à bomba se a cavitação for forte e contínua. Como mencionado, as peças da bomba centrífuga para lodo são feitas de metais pesados ou materiais elastoméricos que são difíceis de moldar, dessa forma, a fim de simplificar o processo de fabricação, as mortalhas do rotor geralmente são organizadas mais ou menos paralelamente umas às outras em uma distância constante para além da entrada até a saída. Por causa disso, a saída do rotor da bomba de lodo também é sujeita à de recirculação, vazão de vórtice e padrões de vazão que causam desgaste.

[007] Existem outros tipos de máquinas de fluido que utilizam elementos rotativos para a transferência de fluidos. Dentre os exemplos de tais máquinas incluem compressores centrífugos, turbinas e bombas de água de alta velocidade. As considerações e critérios de design para aparelhos desses tipos são bem específicos a tais máquinas, são melhores compreendidos e são relativamente fáceis de serem aplicados. Gases têm uma baixa densidade e geralmente não possuem partículas inseridas, e podem ser bombeados em velocidades muito maiores dentro de uma máquina de fluidos. Como o atrito é um componente de menor importância em máquinas de gás, a turbu-

lência pode ser minimizada com o uso de diversas pás ou pás divisórias. As pás utilizadas nestes tipos de máquinas de fluido são relativamente finas, pois as hélices não estão sujeitas ao desgaste erosivo. Além disso, e mais importante, a função das pás divisórias em vigor e de forma semelhante às principais pás é de aumentar ou agregar energia ao fluxo gasoso. As pás divisórias são, normalmente, levemente menores que a pás principais de forma que não interferem na vazão na vanguarda das pás principais.

[008] As pás secundárias (ou divisórias) são, normalmente, de mesma configuração que, mas de certa forma menores que, as pás principais e estão posicionadas aproximadamente no meio termo entre as pás principais. Estas pás divisórias operam para dividir o fluxo em passagens menores e adicionar mais direcionamento para a vazão, minimizando a turbulência. Este tipo de máquina de gás normalmente opera em velocidades muito altas, na ordem de 50.000 a 100.000 rpm. O número de lâminas é normalmente bastante elevado, por volta de 20 lâminas, e pode haver divisão entre as pás, portanto as pás precisam ser finas e as passagens pequenas. As pás divisórias ou secundárias são normalmente da mesma altura que as pás principais de bombeamento para permitir orientação máxima e energia máxima à entrada (ou saída) do fluido que passa através do elemento de rotação da máquina.

[009] As bombas de água de alto desempenho são similares a, de algumas formas, compressores ou turbinas centrífugas, e algumas das mesmas estratégias são aplicáveis, tais como um elevado número de pás (tipicamente 7 pás ou mais), e as pás estilo divisórias entre as pás principais para controlar a turbulência e/ou para suavizar o pulso pressão de saída por ter um elevado número de pás. Em uso, isso resulta em um maior número de pequenos pulsos de pressão de cada pá. As bombas de água não são usadas para bombear partículas e,

portanto não exigem materiais de maior resistência ao desgaste. As bombas de água de alto desempenho também operam em velocidades mais elevadas às bombas de água padrão e pode operar a uma velocidade de 10.000 a 30.000 rpm.

[0010] Quanto maior o número de pás principais de bombeamento, menor a pressão de pulso de cada pá. Para reduzir a pressão de pulso global de uma máquina de fluido, sabe-se que o aumento do número de pás vai suavizar o pulso. Isto ocorre porque algumas bombas de água e compressores de gás possuem um número maior de pás e porque as pás divisórias são adicionadas para dobrar o número de pás. Os critérios de design para máquinas como compressores de gás, turbinas ou bombas de água de alta velocidade ou alto desempenho não têm qualquer relevância para com os critérios de bombas de lodo.

[0011] O fornecimento de orientações adicionais ou tentativas de reduzir a turbulência, adicionando um maior número de pás mais finas ou reduzir o tamanho da passagem através de um impulsor é contraproducente para o design de uma bomba de lodo. As coisas que realmente aprimoram o desempenho das máquinas deste tipo não oferecem nenhuma solução quando aplicadas a uma bomba de lodo.

[0012] As bombas centrífugas de lodo são máquinas de fluido bastante singulares, pois é necessário equilibrar o design, desgaste e manufaturabilidade em diferentes materiais resistentes ao desgaste. Como foi discutido anteriormente, nominalmente é necessário desenvolver uma bomba de lodo que opere em uma ampla gama de velocidades e vazão de modo que seja aplicável a uma ampla gama de aplicações, mas isso dificulta a otimização do projeto. Os típicos designs são robustos, mas por se tratar de uma máquina de fluidos, tais bombas ainda sofrem de perda de desempenho e desgaste devido à turbulência interna. Devido a essas restrições especiais e de projeto, diversas estratégias foram utilizadas para melhorar o desempenho, mas essas

tiverem um sucesso muito limitado. As estratégias de design para minimizar a turbulência são bastante difíceis, dada a orientação mínima que o lodo pode receber pela mortalha do rotor, pás principais e caixa, pois todos esses componentes precisam ter uma vida útil satisfatória.

[0013] Uma complicação adicional com bombas de lodo é que as partículas do lodo não seguem as orientações do fluido. Quanto maiores e mais pesadas as partículas, maior é o desvio delas da orientação do fluido. Por conseguinte, acrescentando-se mais pás (ou pás do tipo divisórias), que visam orientar o fluido ao longo da linha de orientação, não vai ajudar na orientação das partículas porque as partículas simplesmente causam maior turbulência e desgaste em qualquer pá fina e estas pás rapidamente se tornarão desgastadas e perderão seu efeito na condução do fluido. Sendo assim o desempenho inevitavelmente cairá rapidamente em um curto período de tempo, e a potência consumida também aumentará rapidamente, de modo que a máquina não poderá sustentar o seu desempenho.

Sumário da Invenção

[0014] Em um primeiro aspecto, são reveladas as configurações de um rotor da bomba de lodo, que inclui uma mortalha dianteira e uma mortalha traseira, sendo que, cada uma possui uma face interna principal com uma borda periférica externa e um eixo central, uma pluralidade de pás de bombeamento que se estendem entre as faces interiores principais das mortalhas, sendo que as pás de bombeamento estão espaçadas entre si, e cada palheta de bombeamento inclui faces laterais principais opostas, uma das quais é uma face lateral de bombeamento ou de pressão, uma borda na região do eixo central e um flanco na região das bordas externas periféricas das mortalhas com uma passagem entre as pás adjacentes de bombeamento, sendo que, cada passagem, tem associada uma pá guia de descarga ou palheta, sendo que cada pá guia de descarga está disposta dentro de uma res-

pectiva passagem e localizada perto de uma ou outra pá de bombeamento, projetando-se da face interna principal de pelo menos uma ou cada uma das mortalhas.

[0015] Em algumas configurações, cada pá guia de descarga pode ser localizada mais perto da face lateral de bombeamento ou de pressão da pá de bombeamento adjacente mais próxima. O posicionamento de uma pá guia de descarga mais perto de uma pá de bombeamento adjacente pode vantajosamente aumentar o desempenho da bomba. Em uma circunstância normal, sem a presença da pá guia de descarga, uma região de vórtices se estende na frente de uma face de bombeamento das pás de bombeamento, e se estende pelo menos a meio caminho no meio da passagem de descarga do fluxo. Como resultado, os vórtices aumentam a turbulência no fluxo de material que está atravessando a passagem do rotor durante o uso, e por sua vez esta turbulência se estende até a região de voluta que circunda o rotor. O aumento da turbulência pode levar a um maior desgaste do rotor e superfícies da voluta, bem como o aumento da perda de energia, o que em última análise, exige que um operador coloque mais energia de entrada na bomba para alcançar a produtividade desejada. Embora os inventores tenham suposto que a colocação de uma pá guia de descarga dentro de uma região, geralmente, central da passagem de descarga iria enfraquecer ou restringir a região de turbulência imediatamente na frente da face de bombeamento das pás de bombeamento do rotor, verificou-se que a colocação de pás guia de descarga em toda a largura da passagem tinha muito pouca influência sobre o confinamento da região turbulenta, e novos experimentos mostraram que a disposição das pás guia de descarga mais perto da palheta de bombeamento foram capazes de diminuir substancialmente a região de vórtices longe da face de pressão da pá de bombeamento. Como resultado, a intensidade (ou força) dos vórtices foi reduzida porque não

foram permitidas a crescer de maneira não restrita.

[0016] Outro fenômeno conhecido das bombas de lodo é a recirculação de descarga, em que os materiais de lodo, que deixam as passagens de descarga durante a rotação do rotor em baixa vazão, são forçados a voltar para a passagem de descarga da pá imediatamente adjacente pela pressão operacional geral dentro da bomba de voluta. Quando isso ocorre, em circunstância normal, o lodo recirculado se mistura com a região de vazão turbulenta de vórtices para criar uma região de vórtice ainda mais e mais problemática. A presença de pás guia de descarga em uma posição adequada para conter a região turbulenta imediatamente à frente da(s) pá(s) de bombeamento significa que pode haver menos interação com o fluxo de descarga recirculado, reduzindo o potencial para a combinação das duas regiões de vórtice, que de outro modo reduz ainda mais a eficiência da bomba. Isso também reduz o potencial das partículas se desgastarem na parte dianteira ou traseira das mortalhas, resultando em cavidades de desgaste nas quais os fluxos de tipo vórtice poderiam se originar e se desenvolver.

[0017] Além disso, o posicionamento de uma pá guia de descarga mais perto de uma pá de bombeamento adjacente pode vantajosamente melhorar o desempenho da bomba de tal forma que as pás guia de descarga em uso não constituam um obstáculo ao livre fluxo de material através da passagem, o que pode ocorrer em casos de fluxo de partículas de lodo onde a as pás guia de descarga no meio da passagem de descarga do fluxo.

[0018] Em algumas configurações, cada pá guia de descarga possui uma extremidade externa adjacente à borda periférica de uma ou mais mortalhas, sendo que a pá guia de descarga se projeta internamente e termina em uma extremidade interna, a qual é intermediária ao eixo central e a extremidade periférica da mortalha com a qual está

associada. Ao se estender até a borda periférica da(s) mortalha (s), a pá guia de descarga pode direcionar o fluxo no interior da(s) passagem(ns) de descarga do rotor e também pode reduzir a mistura das regiões de fluxo de repartição na saída imediata do rotor para o padrão de fluxo já em rotação na voluta da bomba.

[0019] Em algumas configurações, cada pá guia de descarga é menor em comprimento que a pá de bombeamento adjacente de tal forma que a pá guia de descarga em uso não obstrui o fluxo de livre de material através de passagem. Em algumas configurações, o comprimento de cada pá guia de descarga tem em torno de um terço ou menos do comprimento da pá de bombeamento adjacente. A(s) pá(s) guia de descarga são geralmente alongadas para forçar o desenvolvimento de um caminho de fluxo consistente de fluidos e sólidos que saem do rotor durante a operação.

[0020] Em algumas configurações, cada referida pá guia de descarga pode se projetar a partir da face interna principal da mortalha traseira. Isso ocorre porque em circunstâncias normais de fluxo de lodo que entra no rotor, a região de vórtices fica concentrada ao lado da mortalha traseira ao invés da mortalha frontal.

[0021] Em algumas configurações, cada referida pá guia de descarga pode ter uma altura de 5 a 50 por cento da largura da pá de bombeamento, onde a largura da pá de bombeamento é definida como a distância entre a parte da frente e a parte de trás das mortalhas do rotor. A espessura da pá guia de descarga pode ser escolhida dependendo da cabeça de bombeamento e exigências de velocidade, bem como o material a ser bombeado, bem como na medida necessária para reduzir a turbulência dentro do fluxo principal e também ajudar a reduzir a quantidade de recirculação. Em algumas configurações, cada referida pá guia de velocidade pode ter uma altura que varia de 20 a 40 por cento da largura da pá de bombeamento. Em algumas configu-

rações, cada referida pá guia de velocidade pode ter uma altura que varia de 30 a 35 por cento da largura da pá de bombeamento. Se a altura da pá guia de descarga for muito baixa, o benefício de confinamento da região turbulenta não é ideal, e se a altura da pá guia de descarga for muito alta, sua influência pode ser perturbar e/ou bloquear o fluxo principal, que também não é ideal.

[0022] Em algumas configurações, cada referida pá guia de descarga pode ser espaçada a partir de uma respectiva pá de bombeamento, a qual está mais próxima, de modo a modificar o fluxo de material através da passagem e, assim, reduzir a turbulência e inibir o deslocamento ou separação dos vórtices formados pelo fluxo a partir da face da referida pá de bombeamento.

[0023] Em algumas configurações, pelo menos para uma parte de seu comprimento cada pá guia de descarga pode ser espaçada a partir de uma respectiva pá de bombeamento à qual está mais próxima a uma distância que, em seu ponto mais próximo, é aproximadamente igual à espessura máxima da pá guia de descarga. Se a pá guia de descarga espaçada da face de bombeamento da pá de bombeamento for muito pequena, a velocidade de qualquer fluxo de lodo com partículas que passar através da mesma pode ser alta, podendo ocasionar maior desgaste erosivo das superfícies adjacentes, o que é indesejável. Prevê-se que em outras configurações o espaçamento entre as pás guia de descarga e à pá de bombeamento adjacente pode ser variada ao longo de seu comprimento, tão baixa como 75% da espessura máxima da pá guia de descarga e, em até duas ou três vezes a espessura máxima da pá guia de descarga.

[0024] Em algumas configurações do rotor, o ângulo subentendido entre a tangente à periferia da mortalha e uma linha tangente à face frontal de bombeamento da pá de bombeamento do rotor é substancialmente o mesmo que o ângulo subentendido entre a tangente à peri-

feria da mortalha e a uma linha tangente à face dianteira da pá guia de descarga adjacente. Em tal configuração, a pá guia de descarga pode direcionar o fluxo no interior da"(s) passagem(ns) de descarga do rotor e também pode reduzir a mistura das regiões de fluxo de repartição na saída imediata do rotor para o padrão de fluxo já em rotação na voluta da bomba.

[0025] Em algumas configurações, cada pá guia de descarga pode, de forma geral, ter o mesmo formato e largura das pás de bombeamento principais quando vistas em uma seção transversal horizontal.

[0026] Em algumas configurações, cada pá guia de descarga pode ter uma altura afunilada, dependendo das especificações da bomba. Isso facilita a remoção do rotor a partir do seu molde durante a fabricação.

[0027] Em algumas configurações, cada pá guia de descarga pode ter uma largura afunilada, dependendo das especificações da bomba. Extremidades afuniladas de pás guia de descarga podem facilitar uma saída suave do fluxo de material de lodo das passagens.

[0028] Em algumas configurações, uma ou mais das passagens possuem associadas a elas uma ou mais pás guias de entrada, sendo que cada pá guia de entrada se projeta ao longo de uma face lateral da pá de bombeamento e termina em uma extremidade oposta, que é intermediária nas bordas e flancos da pá de bombeamento com a qual está associada

[0029] Em algumas configurações, cada pá guia de entrada pode ser uma projeção a partir de uma face principal da pá de bombeamento com a qual está associada e a qual se estende em uma respectiva passagem de descarga.

[0030] Em algumas configurações, cada pá guia de entrada pode ser alongada para forçar o desenvolvimento de um caminho de fluxo consistente de fluidos e sólidos através do rotor durante a operação.

[0031] Em algumas configurações, o rotor da bomba de lodo pode ainda incluir pás auxiliares ou de expulsão localizadas em uma face externa de uma ou mais mortalhas.

[0032] Em algumas configurações, referidas pás auxiliares podem ter partes cortadas na borda.

[0033] Em algumas configurações, o rotor pode ter não mais que cinco pás de bombeamento. Em uma forma, o rotor pode ter quatro pás de bombeamento. Em uma forma, o rotor pode ter três pás de bombeamento.

[0034] Em uma configuração alternativa, o rotor pode ser feito de três mortalhas, e cada mortalha pode ter uma pá guia de descarga que se projeta a partir da mesma. Em uma configuração, as pás guia de descarga estão somente na face interna principal da mortalha traseira.

[0035] Em um segundo aspecto, são reveladas as configurações de um rotor da bomba de lodo, que inclui uma mortalha dianteira e uma mortalha traseira, sendo que cada uma possui uma face interna principal, com uma borda periférica externa e um eixo central, uma pluralidade de pás de bombeamento. que se estendem entre as faces interiores principais das mortalhas, sendo que as pás de bombeamento estão espaçadas entre si, e cada palheta de bombeamento inclui faces laterais principais opostas, uma das quais é uma face lateral de bombeamento ou de pressão, uma borda na região do eixo central e um flanco na região das bordas externas periféricas das mortalhas com uma passagem entre as pás adjacentes de bombeamento, sendo que cada passagem tem associada uma pá guia de descarga, sendo que cada pá guia de descarga está disposta dentro de uma respectiva passagem e localizada perto de uma ou outra pá de bombeamento, projetando-se a partir da face interna principal da mortalha traseira, sendo que o comprimento de cada pá guia de descarga tem em torno de um terço ou menos o comprimento da pá de bombeamento adja-

cente, sendo que tal pá guia de descarga contém uma altura de em torno de 30 a 35 por cento da espessura da pá de bombeamento.

[0036] Em um terceiro aspecto, são reveladas configurações de uma bomba centrífuga para lodo do tipo voluta que inclui uma caixa tendo uma região de entrada e uma região de descarga, um rotor posicionado dentro da caixa e um eixo de acionamento ligado axialmente a esse rotor, sendo que o rotor da bomba está revelado nos primeiro ou segundo aspectos.

[0037] Em um quarto aspecto, são reveladas configurações de um método para a produção de uma moldagem de um rotor conforme revelado no primeiro ou segundo aspecto, sendo que o método inclui as etapas de:

- despejo do material fundido em um molde para a formação da moldagem;
- deixar que o material fundido se solidifique; e
- remoção do molde ao menos em parte da moldagem solidificada resultante.

[0038] Em um quinto aspecto, são reveladas configurações de um método de reequipamento de uma pá guia de descarga em um rotor do tipo revelado no primeiro ou segundo aspecto, onde a pá guia está localizada em uma face principal de uma mortalha com a qual está associada e que se estende em uma respectiva passagem de descarga, sendo que o método inclui as etapas de:

- remoção de uma pá guia quando esta tiver se tornado um componente desgastado; e
- subsequente instalação de uma pá guia de substituição nova no rotor.

[0039] Em um sexto aspecto, são reveladas configurações de um método de reequipamento de um rotor em uma bomba centrífuga, sendo que o método inclui as etapas de:

- remoção de um rotor instalado quando este tiver se tornado um componente desgastado; e

- subsequente instalação na bomba de um rotor de substituição novo do tipo revelado no primeiro e segundo aspecto.

[0040] Em um aspecto sétimo, são reveladas configurações de um rotor para uma bomba centrífuga, sendo que o rotor é adaptado para montagem dentro de uma caixa da bomba como um reequipamento [retrofit] de forma a substituir um rotor existente, sendo que a configuração do rotor é do tipo revelado no primeiro ou segundo aspecto.

[0041] Em um oitavo aspecto, são reveladas configurações de um rotor que inclui pelo menos uma mortalha com uma face principal, com uma borda periférica externa e um eixo central, uma pluralidade de pás de bombeamento que se projetam da face principal da mortalha, sendo que as pás de bombeamento estão espaçadas em relação à face principal proporcionando uma passagem de descarga entre pás de bombeamento adjacentes, sendo que cada pá de bombeamento, inclui uma borda na região do eixo central e um flanco na região da borda periférica, sendo que cada pá de bombeamento compreende faces laterais opostas que se estendem entre as bordas e os flancos da pá, sendo que uma ou mais pás de bombeamento possuem uma ou mais pás guia 5 de entrada associadas a elas.

[0042] A utilização de pás guia de entrada tem a vantagem de reduzir o desenvolvimento de padrões de recirculação de fluxo do fluido na entrada do rotor e quaisquer padrões de fluxo do tipo vórtice no interior do rotor, todos dos quais normalmente resultam em um pior desempenho de bombeamento, por exemplo, devido a cavitação. As pás guia de entrada fornecem uma guia para o Fluxo dentro da(s) passagem(ns) de descarga do rotor. As pás guia de entrada também podem incorporar algumas das outras vantagens previamente descritas para as pás guia de descarga.

[0043] Em algumas configurações, cada pá guia de entrada pode ser uma projeção a partir de uma face lateral da pá de bombeamento com a qual está associada e a qual se estende em uma respectiva passagem de descarga. Em outra configuração, cada pá guia de entrada pode ser uma saliência que se projeta dentro de uma face lateral da pá de bombeamento, formando assim um canal através do qual o fluido possa fluir durante a operação. Ainda em outras configurações, o rotor pode ter qualquer combinação de pás guias de entrada na forma de saliências e projeções, localizadas nas diversas faces laterais das pás de bombeamento.

[0044] Em algumas configurações, cada pá guia de entrada pode ser alongada para incentivar o desenvolvimento de uma via de fluxo consistente de fluidos e sólidos através do rotor durante o uso.

[0045] Em uma forma deste, cada pá guia de entrada pode ter uma extremidade adjacente à vanguarda da pá de bombeamento, com a pá guia prolongando-se ao longo da face lateral da pá de bombeamento e terminando em uma extremidade oposta intermediária à vanguarda e ao flanco da pá de bombeamento com a qual está associada.

[0046] Em algumas configurações, o rotor pode incluir duas referidas mortalhas, com as referidas pás de bombeamento prolongando-se dentre elas até suas respectivas faces principais. Em uma configuração, as duas mortalhas ficam espaçadas das duas principais faces das mortalhas dispostas, geralmente, em paralelo entre si. Em configurações posteriores, o rotor pode ter mais do que duas mortalhas, como, por exemplo, três mortalhas.

[0047] Em algumas configurações, uma ou mais das referidas pás de bombeamento podem ser associadas as duas referidas pás guia de entrada, sendo uma localizada em cada uma das respectivas faces laterais opostas da pá de bombeamento. Em outras configurações posteriores, e dependendo da aplicação de bombeamento, pode haver

mais de uma pá guia de entrada localizada em uma respectiva face lateral de cada pá de bombeamento. Em outra configuração posterior, cada pá de bombeamento pode ser associada a uma ou mais das referidas pás guia de entrada em uma face lateral e nenhuma pá lateral de entrada na face lateral oposta da pá de bombeamento.

[0048] Em algumas configurações, cada referida pá guia de entrada pode ser disposta geralmente de forma central com a qual é associada, em termos de sua posição longe de uma mortalha adjacente.

[0049] Em algumas configurações, cada referida pá guia de entrada pode ter cerca de metade do comprimento entre a vanguarda e o flanco da pá de bombeamento com a qual está associada, embora, em configurações posteriores, a pá guia de entrada possa ser mais curta ou mais longa do que esse comprimento, dependendo das exigências de bombeamento.

[0050] Em algumas configurações, cada pá guia de entrada pode ter uma altura de 50 a 100 por cento da espessura da pá de bombeamento, e a espessura preferencial será escolhida a partir dessa faixa, dependendo das exigências do cabeçote de bombeamento e velocidade, bem como do material a ser bombeado.

[0051] Em algumas configurações, cada pá guia de entrada pode ter uma altura de pá constante ao longo de seu comprimento, embora se tenha a intenção que, em configurações, a altura da pá possa ser variada, dependendo das exigências de bombeamento.

[0052] Em algumas configurações, uma ou mais das vias de descarga podem ser associadas a uma ou mais pás guia de descarga, sendo cada pá guia de descarga localizada na face principal de pelo menos uma mortalha e com uma borda externa na região da borda periférica da mortalha, com a pá guia prolongando-se para dentro e terminando em uma borda interna intermediária ao eixo central e a borda periférica da mortalha.

[0053] Em algumas configurações, a ou cada pá guia de descarga pode ser alongada para incentivar o desenvolvimento de uma via de fluxo consistente de fluidos e sólidos para fora do rotor durante o uso.

[0054] Em algumas configurações, a pá de descarga pode geralmente ter a mesma forma e largura das pás de bombeamento principais quando visualizada em uma seção transversal horizontal.

[0055] Em um nono aspecto, são divulgadas configurações de um método de instalação de uma pá guia de entrada em um rotor do tipo definido no primeiro ou no segundo aspecto, em que a pá guia é uma projeção de uma face lateral da pá de bombeamento com a qual está associada e que se prolonga para dentro de uma respectiva via de descarga, e o método compreende a etapa de:

- remover uma pá guia quando ela tiver se tornado um componente desgastado; e
- subsequentemente encaixar uma pá guia em substituição no rotor.

[0056] Em um décimo aspecto, são divulgadas configurações de um rotor que incluem pelo menos uma mortalha com uma face principal com uma borda periférica externa e um eixo central, uma pluralidade de pás de bombeamento que se projetam da face principal da mortalha, sendo as pás de bombeamento dispostas espaçadas com relação à face principal, oferecendo uma passagem entre as pás de bombeamento adjacentes, sendo,^ que cada pá de ^bombeamento inclui uma vanguarda na região do eixo central e um flanco na região da borda periférica da mortalha com uma passagem entre pás de bombeamento adjacentes, sendo que cada pá de bombeamento compreende faces laterais opostas que se prolongam entre a vanguarda e o flanco laterais da pá, e uma ou mais pás de bombeamento têm uma ou mais pás guia de entrada associadas e uma ou mais passagens com uma ou mais pás guia de descarga associadas, sendo que a ou cada pá

guia de descarga localizada na face principal da pelo menos uma da ou cada mortalha.

Breve Descrição dos Desenhos

[0057] Não obstante quaisquer outras formas que possam se encaixar no escopo do método e aparelho, conforme estabelecido no Resumo, configurações específicas do método e do aparelho serão descritas abaixo, como exemplo, e com referência aos desenhos acompanhantes, nos quais:

a figura 1 ilustra uma visualização isométrica esquemática exemplar de um rotor de bomba de acordo com uma configuração;

a figura 2 ilustra uma visualização isométrica posterior do rotor exibido na figura 1, demonstrando mais detalhes laterais inferiores;

a figura 3 ilustra uma elevação lateral do rotor exibido nas figuras 1 e 2;

a figura 4 ilustra uma visualização seccional do rotor exibido nas Figuras 1 a 3 quando seccionado através do corpo do rotor entre as mortalhas;

a figura 5 ilustra uma visualização isométrica esquemática exemplar de um rotor de acordo com outra configuração;

a figura 6 ilustra uma elevação lateral do rotor exibido na Figura 5;

a figura 7 ilustra uma visualização seccional do rotor exibido nas figuras 5 e 6 quando seccionado através do corpo do rotor entre as mortalhas;

a figura 8 ilustra uma visualização seccional exemplar de um rotor de acordo com outra configuração;

a figura 9 ilustra uma visualização parcial seccional exemplar de um rotor de. acordo com outra configuração, que é ilustrada em conjunto com uma configuração de um componente de entrada de

bomba;

a figura 10 ilustra uma visualização seccional posterior do rotor de bombeamento e do componente de entrada de bomba exibido na figura 9;

a figura 11 ilustra uma visualização em perspectiva do rotor exibido nas figuras 9 e 10 a partir do lado de entrada;

a figura 12 ilustra uma visualização em perspectiva do rotor exibido nas figuras 9 a 11 a partir do lado traseiro;

a figura 13 ilustra uma elevação frontal do rotor exibido nas figuras 9 a 12;

a figura 14 ilustra uma elevação traseira do rotor exibido nas figuras 9 a 13;

a figura 15 ilustra uma elevação lateral do rotor exibido nas figuras 9 a 14;

a figura 16 ilustra uma visualização seccional do rotor exibido nas figuras 9 a 15 quando seccionados através do corpo do rotor para cortar através das pás de bombeamento e pás guia de descarga;

a figura 17 ilustra uma visualização isométrica esquemática exemplar de um rotor de acordo com outra configuração;

a figura 18 ilustra uma elevação lateral do rotor exibido na figura 17;

as figuras 19a e 19b ilustram alguns resultados de estímulo computacional experimental para o fluxo de fluido na configuração do rotor que é exibida no desenho;

as figuras 20a e 20b ilustram alguns resultados de estímulo computacional experimental para o fluxo de fluido na configuração do rotor que é exibida no desenho;

as figuras 21a e 21b ilustram alguns resultados de estímulo computacional experimental para o fluxo de fluido na configuração do rotor que é exibida no desenho;

as figuras 22a e 22b ilustram alguns resultados de estímulo computacional experimental para o fluxo de fluido na configuração do rotor que é exibida no desenho; e

as figuras 23a e 23b ilustram alguns resultados de estímulo computacional experimental para o fluxo de fluido na configuração do rotor que é exibida no desenho.

Descrição Detalhada de Configurações Específicas

[0058] Agora, com relação às Figuras 1 a 4, é exibida uma configuração de um rotor 10 em que o rotor compreende uma mortalha frontal 12 e uma mortalha traseira 14, cada uma com a forma de um disco geralmente planar, cada disco com uma respectiva face interna principal 13, 15, uma respectiva face externa 21, 22 e uma respectiva borda periférica externa 16, 17. Um centro 11 se estende de uma face externa 22 da mortalha -traseira 14, sendo o centro 11 operativamente conectável a um eixo de acionamento (não exibido) para causar a rotação do rotor em volta de seu eixo central X-X (Figura 3).

[0059] Uma entrada do rotor 18 é fornecida na mortalha frontal 12, sendo a entrada 18 coaxial com o eixo central X-X, que é o eixo central de rotação do rotor 10 em uso. Quatro pás de bombeamento 30 se prolongam entre as faces internas principais opostas 13, 15 das mortalias 12, 14, e são homogeneamente espaçadas em volta das faces principais 13, 15 das referidas mortalias 12, 14. Conforme exibido na Figura 4, cada pá de bombeamento 30 é geralmente arqueada na seção transversal e inclui uma vanguarda interna 32 e um flanco externo 34 e faces laterais opostas 35 e 36, sendo a face lateral 35 um lado de bombeamento ou pressão. As pás são normalmente referidas como pás de curvatura para trás quando, visualizadas da direção de rotação. As vias de descarga 19 são fornecidas entre as pás de bombeamento adjacentes 30 através das quais o material passa desde a entrada do rotor 18. Cada via 19 tem uma região de entrada 24 e uma região de

descarga 25 localizada na borda periférica externa 16, 17 das mortailhas 12, 14 das quais o lodo passa para a descarga da bomba. A seção de descarga 25 é mais larga do que a região de entrada 24 de forma que a via 19 geralmente tem forma de V. Os números de referência que identifiquem as diversas características descritas acima apenas foram indicadas em uma das pás 30 para fins de clareza.

[0060] Cada pá de bombeamento 30 tem associada consigo duas protrusões em forma de tira que atuam como pás guia de entrada de lodo 41, 42. Cada uma dessas pás guia de entrada 41, 42 se projeta de uma respectiva face lateral 35, 36 da pá de bombeamento 30. Cada pá guia de entrada 41 e 42 é disposta de forma central sobre as respectivas faces laterais 35 e 36 da pá de bombeamento 30 com a qual é associada e tem a forma de uma protrusão alongada que tem uma extremidade interna 43 localizada mais perto da vanguarda interna 32 da pá de bombeamento 30, e uma extremidade externa 44 localizada na metade da respectiva face lateral 35, 36. Em outras configurações, a(s) pá(s) de bombeamento pode(m) ser tira(s) mais longa(s) ou mais curta(s) do que as exibidas nas Figuras.

[0061] Cada pá guia de entrada 41, 42 tem uma altura de aproximadamente 57% da espessura interna da pá de bombeamento 30 quando visualizada em seção transversal, embora nas configurações posteriores a altura da pá guia possa ser de 50% a 100% da referida espessura interna da pá de bombeamento. Cada pá guia 41, 42 tem geralmente altura constante em seu comprimento, embora em outras configurações a pá guia possa ter forma afunilada. As pás guia 41, 42 exibidas têm espessura de cerca de 55% da espessura interna média da pá de bombeamento 30, embora possa variar em outras configurações.

[0062] O efeito da pá guia é o de alterar o fluxo de recirculação e as características da bomba porque as vias são menores na "região

das pás, reduzindo assim a chance de fluxos de fluido se misturarem e recircularem de volta para a entrada do rotor.

[0063] Em outras configurações, as pás guia de entrada podem ser formadas como uma ranhura ou recesso localizado de forma a prolongar-se para o material da pá de bombeamento. Essas ranhuras também podem atuar como vias de passagem de guia de fluido da mesma maneira que as pás guia de entrada ficam localizadas em uma face lateral de uma pá de bombeamento.

[0064] Também são contempladas configurações com qualquer combinação de pás guia de entrada na forma de recessos ou projeções localizadas nas pás de bombeamento na região da entrada das vias de descarga.

[0065] Em outras configurações, as pás guia de entrada não precisam ser localizadas geralmente no centro da face da pá de bombeamento, mas podem ser localizadas mais perto de uma ou outra das mortalhas, dependendo das circunstâncias.

[0066] Ainda em outras configurações, as pás guia de entrada não precisam se estender até a metade de uma respectiva face lateral de uma pá de bombeamento, mas podem se estender por uma distância mais curta ou mais longa, dependendo do fluido ou do lodo a ser bombeado.

[0067] Em outras configurações, pode haver mais de uma pá guia de entrada por face lateral de uma pá de bombeamento, ou em alguns casos, nenhuma pá guia de entrada em uma das faces laterais opostas de qualquer uma das duas pás de bombeamento que definem uma via de descarga.

[0068] De acordo com determinadas configurações, um rotor exemplar 10A é ilustrado nas figuras 5 a 7. Para conveniência, os mesmos números de referência foram usados para identificar as mesmas partes descritas com referência às Figuras 1 a 4. Aqui, o rotor

10A não tem pás guia de entrada, mas tem uma pluralidade de pás guia de descarga (ou palhetas) 50, 51.

[0069] As pás guia de descarga 50, 51 têm forma de projeções alongadas, de topo plano, geralmente com forma de salsicha na seção transversal. As pás de descarga 50, 51 estendem-se respectivamente das faces principais 13, 15 das respectivas mortalhas 12, 14 e são dispostas entre duas pás de bombeamento adjacentes 30. As pás guia de descarga 50, 51 têm uma respectiva extremidade externa 53, 54 localizada de forma adjacente à borda periférica externa 16, 17 das respectivas mortalhas 12, 14. As pás de descarga 50, 51 também têm uma extremidade interna 55, 56 que é localizada em algum lugar no meio de uma respectiva passagem 19. Conforme observado na Figura 7, as extremidades internas 55, 56 das pás guia de descarga 50, 51 são espaçadas com alguma distância do eixo central X-X do rotor 10A. As pás guia de descarga 50, 51 que são associadas com cada passagem 19 ficam de frente entre si, com suas superfícies externas espaçadas entre si.

[0070] Cada pá guia de descarga 50, 51 exibida tem uma altura de 33% da largura da pá de bombeamento 30, embora em algumas configurações a altura da pá guia possa ser de 5% a 50% da referida largura da pá de bombeamento "(distância entre as mortalhas 12, 14). Cada pá guia 50, 51 tem altura geralmente constante ao longo de seu comprimento, embora em outras configurações a pá guia 50, 51 possa ser afunilada em altura e também afunilada em largura.

[0071] Em outras configurações, as pás guia de descarga não precisam ser localizadas geralmente no centro entre as respectivas pás de bombeamento na face interna principal da mortalha, mas podem ser localizadas com mais proximidade das outras pás de bombeamento 30, dependendo das circunstâncias.

[0072] Em outras configurações, as pás guia de descarga podem

se estender por uma distância mais curta ou mais longa para dentro da via de descarga do que mostram as configurações das Figuras 4 a 8, dependendo do fluido ou lodo a ser bombeado.

[0073] Em outras configurações, pode haver mais de uma pá de descarga por face interna principal de mortalha, ou, em alguns casos, nenhuma pá guia de descarga em uma das faces internas principais opostas ou qualquer uma das duas mortalhas que definem uma via de descarga.

[0074] Em outras configurações, as pás guia de descarga podem ser de uma largura de seção transversal diferente das principais pás de bombeamento, e pode não ser necessariamente alongada, de forma que o efeito desejado sobre o fluxo do lodo na descarga do rotor seja alcançado.

[0075] Acredita-se que as pás guia de descarga reduzirão o potencial para fluxos do tipo de vórtice de alta velocidade para formar em fluxos baixos. Isso reduz o potencial para partículas se desgastarem para dentro das mortalhas frontal ou traseira, resultando assim no desgaste de cavidades em que fluxos do tipo de vórtice possam ser originados e desenvolvidos. As pás guia também reduzirão a mistura das regiões de fluxo divisório na saída imediata do rotor para o padrão de fluxo já em rotação na voluta. Sente-se que as pás de descarga amaciarão e reduzirão a turbulência do fluxo do rotor para dentro do invólucro da bomba ou voluta.

[0076] Com relação à Figura 8 dos desenhos, uma configuração exemplar de um rotor 10B que compreende ambas as pás guia de entrada 41 e 42 e - as pás guia de descarga 50 e 51 em combinação, são exibidas.

[0077] Agora com relação às Figuras 9 a 16, é exibida uma configuração posterior de um rotor 10C em conformidade com determinadas configurações em que o rotor compreende uma mortalha frontal 12

e uma mortalha traseira 14, cada uma com a forma de um disco geralmente planar, cada disco com uma respectiva face interna principal 13, 15, uma respectiva face externa 21, 22 e uma respectiva borda periférica externa 16, 17. Um centro 11 operativamente conectável a um eixo de acionamento (não exibido) para causar a rotação do rotor em volta de seu eixo central X-X. As Figuras 9' e 10 ilustram a posição do rotor com o componente de entrada da bomba 60.

[0078] Uma entrada do rotor 18 é fornecida, na mortalha frontal 12, sendo a entrada coaxial com o eixo central X-X, que é o eixo central de rotação do rotor em uso. Quatro pás de bombeamento 30 se prolongam entre as faces internas, principais opostas 13, 15 das mortalias 12, 14, e são homogeneamente espaçadas em volta das faces principais das referidas mortalias 12, 14. Conforme exibido na Figura 16, cada pá de bombeamento 30 é geralmente arqueada em seção transversal e inclui uma vanguarda interna 32 e um flanco externo 34 e faces laterais opostas 35 e 36. Há vias de descarga 19 entre pás de bombeamento adjacentes 30 através das quais o material passa de uma entrada do rotor 18. Assim como as configurações descritas anteriormente, cada via 19 tem uma região de entrada 24 e uma região de descarga 25 localizada na borda periférica externa 16, 17 das mortalias 12, 14 das quais o lodo passa para a bomba de descarga. A seção de descarga 25' pode ser mais larga do que a região de entrada 24 de forma que a via 19 geralmente tem forma de V. Números de referência que identifiquem as diversas características descritas acima apenas foram indicadas em uma das pás 30 para fins de clareza.

[0079] Nessa ilustração exemplar em particular, o rotor 10C não tem pás guia de entrada, mas tem uma pluralidade de pás guia de descarga 51. As pás guia de descarga 51 têm forma de projeções alongadas, de topo plano, geralmente com forma de salsicha na seção transversal e afuniladas em ambas as extremidades. As pás de des-

carga 51 estendem-se respectivamente da face principal 15 da mortalha traseira 14 e são dispostas entre duas pás de bombeamento adjacentes 30. As pás guia de descarga 51 têm uma respectiva extremidade externa 54 localizada adjacente à borda periférica externa das mortalha 14. As pás de descarga 51 também têm uma extremidade interna 56 que é localizada em algum lugar no meio de uma respectiva passagem 19. As extremidades internas 56 das pás guia de descarga 51 são espaçadas do eixo central X-X do rotor 10C.

[0080] Cada pá guia de descarga 51 exibida tem uma altura de 33% da largura da pá de bombeamento do rotor 30, embora em algumas configurações a altura da pá guia possa ser de 5% a 50% da referida largura da pá de bombeamento (distância entre as mortaldas). Cada pá guia 51 tem altura geralmente constante em seu comprimento, embora em outras configurações a pá guia possa ser afunilada em altura e também afunilada em largura. Como 'fica aparente a partir dos desenhos; as pás guia de descarga 51 podem ter bordas periféricas chanfradas.

[0081] Conforme exibido nas Figuras 9 a 16, as pás guias de descarga são dispostas em cada respectiva via 19 de forma a ter espaçamento de uma respectiva face de pá de bombeamento 35 da qual fica mais próxima por cerca da espessura de uma pá guia de descarga D1 para dentro da via de passagem 19. A espessura da pá guia de descarga D1 e a distância de espaçamento D2 da face da pá de bombeamento 35 são exibidas nas figuras 9, 10 e 16, em que D1 e D2 são aproximadamente equivalentes em dimensão. Nessa distância, as pás do rotor se estendem a uma altura de cerca de 33% da largura da pá de bombeamento do rotor. Este rotor 10C corresponde à configuração descrita na Figura 4 do presente relatório descritivo.

[0082] O rotor 10C inclui ainda pás de expulsão ou auxiliares 57, 58 nas respectivas faces externas 21, 22 das mortaldas 12, 14. Algu-

mas das pás 58 da mortalha traseira têm diferentes larguras. Como fica aparente a partir dos desenhos, as pás de expulsão têm bordas chanfradas.

[0083] Com relação às Figuras 17 e 18, é exibida uma configuração posterior de um rotor 10D em conformidade com determinadas configurações em que o rotor compreende uma mortalha frontal 12 e uma mortalha traseira 14, cada uma com a forma de um disco geralmente planar, cada disco com uma respectiva face interna principal 13, 15, uma respectiva face externa 21, 22 e uma respectiva borda periférica externa 16, 17. Essas características são ilustradas na Figura 17. Um centro 11 se estende de uma face externa da mortalha traseira 14, sendo o centro 11 operativamente conectável a um eixo de acionamento (não exibido) para causar a rotação do rotor em volta de seu eixo central X-X. Em todos os aspectos, o rotor 10D é o mesmo que o rotor 10C exibido nas Figuras 9 a 16, com exceção de que as pás de expulsão da mortalha frontal 57 têm forma de projeto diferente e bordas chanfradas, e não há pás de rotor de mortalha traseira.

Simulação experimental

[0084] Foram realizados experimentos computacionais para simular o fluxo nos diversos projetos do rotor aqui divulgados, usando o software comercial ANSYS CFX. Esse software aplica métodos de Dinâmica de Fluido Computacional (CFD) para resolver o campo de velocidade para o fluido bombeado. O software é capaz de resolver muitas outras variáveis de interesse, no entanto, a velocidade é a variável relevante para as figuras aqui exibidas.

[0085] Para cada experimento de CFD, os resultados são pós-processados com o uso do módulo correspondente de CFX. As figuras exibem visualizações seccionais transversais de quatro planos A, B, C e D que cortam o projeto do rotor relevante perpendicularmente a seu eixo de rotação na mesma profundidade para cada experimento. Os

vetores de velocidade são dispostos sobre esses quatro planos para analisar como as partículas de fluido ou lodo se movem através do canal formado entre as pás de bombeamento do rotor. O tamanho desses vetores, junto com sua densidade de distribuição, indica a magnitude do parâmetro velocidade e os padrões de vetor curvados geralmente indicam a presença de vórtices.

[0086] Os vetores de velocidade são dispostos sobre os planos para analisar como as partículas de fluido se movem através do canal entre as pás de bombeamento do rotor.

Experimento 1

[0087] Conforme demonstrado na Figura 19(a) e 19(b), é exibido um rotor padrão ("basal") que tem uma mortalha frontal, uma mortalha traseira e quatro pás de bombeamento de rotor que se estendem entre as faces principais internas das mortalhas. Esse rotor não tem nenhuma pá guia de descarga disposta dentro de uma respectiva via de passagem, ou que se projeta a partir da face principal ou uma das mortalhas.

[0088] A visualização lateral do rotor exibido nas Figuras 19 (a) e 19(b) exhibe a posição de quatro planos A, B, C e D, que cortam o projeto do rotor relevante perpendicularmente a seu eixo de rotação.

[0089] O plano A é posicionado em uma altura acima da mortalha traseira que tem menos de 35% da largura da pá de bombeamento (onde a largura da pá de bombeamento é definida como a distância entre as mortalhas frontal e traseira do rotor).

[0090] O plano B é posicionado em uma altura acima da mortalha traseira, que é menor do que 50% da largura da pá de bombeamento.

[0091] O plano C é posicionado em uma altura acima da mortalha traseira que fica localizada a mais de 50%, e menos de 65% da largura da pá de bombeamento (e entre as mortalhas frontal e traseira).

[0092] O plano D é posicionado em uma altura acima da mortalha

traseira, que é maior do que 65% da largura da pá de bombeamento.

[0093] Os resultados do Experimento 1 podem ser observados por referência aos vetores de velocidade dispostos nas Figuras 19(a) e 19(b), que são rotuladas como Plano A, Plano B, Plano C e Plano D. O tamanho desses vetores junto com sua densidade de distribuição indica a magnitude do parâmetro de velocidade e a presença de vórtices. A área importante para se observar é a região localizada em frente à superfície de pressão (ou face de bombeamento) de cada uma das pás de bombeamento, e que se estende para a via de passagem de descarga de fluxo entre as pás de bombeamento. A área relevante é indicada em cada plano de vetor de velocidade pela seta pequena.

[0094] Como pode ser visto nas Figuras 19 (a) e 19(b), caso se pense que o núcleo do vórtice como um corpo cônico, seu diâmetro diminui notadamente conforme se aproxima da mortalha frontal (indo do Plano A para o Plano D). Essa é a condição de operação basal.

Experimento 2

[0095] Conforme demonstrado na Figura 20 (a) e 20 (b), é exibido um rotor que tem uma mortalha frontal, uma mortalha traseira e quatro pás de bombeamento de rotor que se estendem entre as faces principais internas das mortalhas. As principais pás de bombeamento nos Experimentos de 2 a 5 são idênticas às exibidas no Experimento 1. Esse rotor tem pás guia de descarga dispostas dentro de cada respectiva via de passagem, projetando-se da face principal interna das mortalhas frontal e traseira e posicionadas na metade do caminho entre a largura da via de passagem entre duas pás de bombeamento. Nessa distância, as pás do rotor se estendem a uma altura de cerca de 33% da largura, da. pá de bombeamento do rotor. O rotor corresponde à configuração exibida nas Figuras 5, 6 e 7 do presente relatório descritivo.

[0096] A visualização lateral do rotor exibido nas Figuras 20 (a) e

20(b) exhibe a posição de quatro planos A, B, C e D, que cortam o projeto do rotor relevante perpendicularmente a seu eixo de rotação nas mesmas posições exibidas no Experimento 1.

[0097] Os resultados do Experimento 2 podem ser observados por referência aos vetores de velocidade dispostos nas Figuras 20(a) e 20(b), que são rotuladas como Plano A, Plano B, Plano C e Plano D. O tamanho desses vetores junto com sua densidade de distribuição indica a magnitude do parâmetro de velocidade e a presença de vórtices. A área importante para se observar é a região localizada em frente à superfície de pressão (ou face de bombeamento) de cada uma das pás de bombeamento, e que se estende para a via de passagem de descarga de fluxo entre as pás de bombeamento. A área relevante é indicada em cada plano de vetor de velocidade pela seta pequena.

[0098] Como pode ser visto nas Figuras 20(a) e 20(b), caso se pense no núcleo do vórtice como um corpo cônico, as pás guia de descarga nas posições exibidas devem atuar em algum grau sobre o núcleo do vórtice para confinar seu destaque a partir da face de bombeamento da pá de bombeamento, no entanto, os dados do vetor de velocidade disposto exibem que a ação dessas pás guia de descarga dupla é mínima. Isso pode ser observado em comparação dos resultados das Figuras 19(a) e 19(b) com as Figuras 20 (a) e 20(b) respectivamente.

Experimento 3

[0099] Conforme demonstrado nas Figuras 21 (a) e 21 (b), é exibido um rotor que tem uma mortalha frontal, uma mortalha traseira e quatro pás de bombeamento de rotor que se estendem entre as faces principais internas das mortalhas. Esse rotor tem pás guia de descarga dispostas dentro de cada respectiva via de passagem, que se projetam a partir da face principal interna da mortalha frontal e da mortalha traseira e são espaçadas a partir de uma respectiva pá de bombeamento

da qual fica mais perto por cerca da espessura de uma pá guia de descarga na via de passagem.

[00100] Nessa distância, as pás do rotor se estendem a uma altura de cerca de 33% da largura da pá de bombeamento do rotor.

[00101] A visualização lateral do rotor exibido nas Figuras 21(a) e 21(b) exhibe a posição de quatro planos A, B, C e D, que cortam o projeto do rotor relevante perpendicularmente a seu eixo de rotação nas mesmas posições exibidas no Experimento 1.

[00102] Os resultados do Experimento 3 podem ser observados por referência aos vetores de velocidade dispostos nas Figuras 21(a) e 21(b), que são rotuladas como Plano A, Plano B, Plano C e Plano D. O tamanho desses vetores junto com sua densidade de distribuição indica a magnitude do parâmetro de velocidade e a presença de vórtices. A área importante para se observar é a região localizada em frente à superfície de pressão (ou face de bombeamento) de cada uma das pás de bombeamento, e que se estende para a via de passagem de descarga de fluxo entre as pás de bombeamento. A área relevante é indicada em cada plano de vetor de velocidade pela seta pequena.

[00103] Como pode ser visto nas Figuras 21 (a) e 21 (b), a pá guia de descarga (ou palheta) posicionada mais perto da pá de bombeamento exhibe um efeito aperfeiçoado sobre o núcleo do vórtice. Ou seja, na região da mortalha traseira, os vórtices são confinados pela presença da pá guia de descarga. No entanto, como pode ser observado pela comparação da Figura 20(b), Plano D, há muito poucas diferenças entre a condição dos vórtices em frente às pás de bombeamento neste Experimento 3 em comparação com o

[00104] Experimento 2. Isso significa que a pá guia de descarga localizada sobre a mortalha frontal que fica mais perto da pá de bombeamento tem pouco efeito sobre o confinamento dos vórtices. Os inventores crêem que esse resultado provavelmente se deve ao menor

diâmetro do núcleo do vórtice dessa localização de mortalha frontal.

Experimento 4

[00105] Conforme demonstrado na Figura 22 (a) e 22 (b), é exibido um rotor que tem uma mortalha frontal, uma mortalha traseira e quatro pás de bombeamento de rotor que se estendem entre as faces principais internas das mortalhas. Esse rotor tem pás guia de descarga dispostas dentro de cada respectiva via de passagem, que se projetam a partir da face principal interna da mortalha traseira e são espaçadas a partir de uma respectiva pá de bombeamento da qual fica mais perto por -cerca da espessura de uma pá guia de descarga na via de passagem. Nessa distância, as pás do rotor se estendem a uma altura de cerca de 33% da largura da pá de bombeamento do rotor. O rotor corresponde à configuração exibida nas Figuras 9 a 16 do presente relatório descritivo.

[00106] A visualização lateral do rotor exibido nas Figuras 22(a) e 22(b) exhibe a posição de quatro planos A, B, C e D, que cortam o projeto do rotor relevante perpendicularmente a seu eixo de rotação nas mesmas posições exibidas no Experimento 1.

[00107] Os resultados do Experimento 4 podem ser observados por referência aos vetores de velocidade dispostos nas Figuras 22(a) e 22(b), que são rotuladas como Plano A, Plano B, Plano C e Plano D. O tamanho desses vetores junto com sua densidade de distribuição indica a magnitude do parâmetro de velocidade e a presença de vórtices. A área importante para se observar é a região localizada em frente à superfície de pressão (ou face de bombeamento) de cada uma das pás de bombeamento, e que se estende para a via de passagem de descarga de fluxo entre as pás de bombeamento. A área relevante é indicada em cada plano de vetor de velocidade pela seta pequena.

[00108] Como pode ser observado nas Figuras 22 (a) e 22 (b), há muito poucas diferenças entre a condição dos vórtices em frente às

pás de bombeamento neste Experimento 4 em comparação com o Experimento 3. Isso significa que a pá guia de descarga localizada sobre a mortalha frontal que fica mais perto da pá de bombeamento tem pouco ou nenhum efeito sobre o confinamento dos vórtices. O Experimento 4, portanto, pareceria ser a disposição de projeto ideal para minimizar a complexidade do projeto do rotor enquanto ainda maximiza o efeito de confinamento dos vórtices.

Experimento 5

[00109] Conforme demonstrado na Figura 23 (a) e 23 (b), é exibido um rotor que tem uma mortalha frontal, uma mortalha traseira e quatro pás de bombeamento de rotor que se estendem entre as faces principais internas das mortalhas. Esse rotor tem pás guia de descarga dispostas dentro de cada respectiva via de passagem, que se projetam a partir da face principal interna da mortalha traseira e são espaçadas a partir de uma respectiva pá de bombeamento da qual fica mais perto por cerca da espessura de uma pá guia de descarga na via de passagem. Nessa distância, as pás do rotor se estendem a uma altura de cerca de 50% da largura da pá de bombeamento do rotor.

[00110] A visualização lateral do rotor exibido nas Figuras 23(a) e 23(b) exhibe a posição de quatro planos A, B, C e D, que cortam o projeto do rotor relevante perpendicularmente a seu eixo de rotação nas mesmas posições exibidas no Experimento 1.

[00111] Os resultados do Experimento 5 podem ser observados por referência aos vetores de velocidade dispostos nas Figuras 23(a) e 23(b), que são rotuladas como Plano A, Plano B, Plano C e Plano D. O tamanho desses vetores junto com sua densidade de distribuição indica a magnitude do parâmetro de velocidade e a presença de vórtices, A área importante para se observar é a região localizada em frente à superfície de pressão (ou face de bombeamento) de cada uma das pás de bombeamento, e que se estende para a via de passagem de

descarga de fluxo entre as pás de bombeamento. A área relevante é indicada em cada plano de vetor de velocidade pela seta pequena.

[00112] Como pode ser observado nas Figuras 23 (a) e 23 (b), as pás guia da mortalha traseira estendidas atuam sobre o vórtice conforme exibido nos Planos A e B, e espera-se que confinem seu destaque a partir da face de bombeamento da pá de bombeamento. No entanto, os dados do vetor de velocidade dispostos demonstram que a ação das pás guia de altura aumentada é mínima sobre o núcleo do vórtice em comparação com resultados exibidos em uma posição equivalente no Experimento 4. Isso pode ser observado em comparação com as Figuras 22(a) e 22(b). No entanto, os inventores descobriram que a presença de uma pá guia maior, de fato, reduziu a eficiência da combinação rotor/bomba, o que significa que esse projeto não é o ideal.

[00113] Os inventores acreditam que tanto a pá guia de entrada como a de descarga aperfeiçoarão o desempenho reduzindo a turbulência dentro do fluxo principal e também ajudarão a reduzir a quantidade de recirculação, especialmente quando a pá guia de descarga estiver mais perto da face lateral de pressão ou bombeamento da pá de bombeamento adjacente mais próxima. Esses efeitos reduzirão as perdas de energia dentro do rotor da bomba e, assim, melhorarão o desempenho geral da bomba em termos de cabeça de pressão e eficiência de uma bomba de lodo sobre uma faixa de fluxo maior de fluxos baixo a alto. A melhora no desempenho em uma faixa maior de fluxos também oferecerá menos desgaste geral dentro da bomba, aprimorando assim a vida operacional útil da bomba de lodo.

[00114] Os materiais usados para os rotores aqui divulgados podem ser selecionados a partir de materiais adequados para definir, formar ou encaixar conforme descrito, incluindo metais rígidos com alto teor de cromo ou metais tratados (por exemplo, temperados) de forma a

incluir ima micro-estrutura de metal enrijecido. Os rotores

[00115] poderiam também ter sido fabricados a partir de outros materiais de difícil desgaste, como cerâmica ou mesmo ser feitos de materiais emborrachados rígidos.

[00116] Qualquer uma das configurações do rotor aqui divulgada encontrará uso em uma bomba centrífuga de lodo do tipo de voluta. Essas bombas normalmente compreendem um invólucro de bomba com uma região de entrada e uma região de descarga, e o rotor fica posicionado dentro do invólucro da bomba e é girado por um eixo de acionamento motorizado axialmente conectado ao rotor. Como o rotor é normalmente uma peça de desgaste, periodicamente o invólucro da bomba é aberto e o rotor desgastado é removido e descartado, sendo substituído por um rotor não desgastado, que pode ser do tipo aqui divulgado. O rotor desgastado pode ter um design diferente do rotor novo, não desgastado, contanto que o rotor novo, não desgastado, seja intercambiável com o espaço dentro do invólucro' da bomba e a conexão axial ao eixo de acionamento.

[00117] Em algumas configurações, o rotor é um produto fundido feito de metal derretido solidificado. O processo de fundição envolve colocar o metal derretido em um molde e deixar que o metal se resfrie e solidifique para adquirir a forma do rotor exigido. A complexidade do processo de fundição depende, em alguma medida, da forma e da configuração do molde do rotor, necessitando, em alguns casos, de técnicas especiais para introduzir o metal derretido e para retirar o produto fundido do molde.

[00118] Em algumas configurações do rotor, é possível remover e instalar uma pá guia de entrada ou descarga desgastada de sua posição na respectiva pá de bombeamento ou mortalha após um período de uso ou, por exemplo, se uma das pás tiver quebrado durante o uso. Dependendo do material de fabricação, o rotor pode ser reparado por

solda, colagem ou de alguma outra forma de fixação mecânica da pá guia de substituição.

[00119] A referência no relatório descritivo a qualquer outra publicação anterior (ou informação derivada), ou a qualquer questão que seja conhecida, não é e não deve ser considerada como um reconhecimento ou uma admissão ou qualquer forma de sugestão de que essa publicação anterior (ou informação derivada) ou matéria conhecida faça parte do conhecimento no campo de esforço ao qual o presente relatório descritivo se relaciona.

[00120] Ao longo deste relatório descritivo e" das reivindicações seguintes, gerais comuns a menos que o contexto exija de outra forma, o termo "compreender" e suas variações como "compreende", ou "compreendendo" serão interpretados como se implicassem a inclusão de um íntegro declarado ou uma etapa ou grupo de íntegros ou etapas, mas não a exclusão de qualquer outro íntegro ou etapa ou grupo de íntegros ou etapas.

[00121] Na descrição acima de configurações preferenciais, a terminologia específica foi usada para fins de clareza. No entanto, a invenção não é destinada a ser limitada aos termos específicos selecionados, e deve ser entendido que cada termo específico inclui todos os equivalentes técnicos que operam de maneira semelhante para se realizar uma finalidade técnica semelhante. Termos como "frontal", "traseiro" e afins são usados como termos de conveniência para oferecer pontos de referência, não devendo ser interpretados como termos limitantes.

[00122] Finalmente, deve-se entender que diversas alterações, modificações e/ou adições podem ser incorporadas às diversas construções e disposições de partes sem se afastar do espírito ou âmbito da invenção.

Legenda das Figuras

Figura 19A

A') Experimento 1

B') Plano A

C') Plano B

D') Velocidade - Trnavg (Projeção)

E') Rotor transiente

F') Alvo residual 20

Figura 19B.

A') Experimento 1

G') Plano C

H') Plano D

P') Velocidade - Trnavg (Projeção) 25

E') Rotor transiente

F') Alvo residual

Figura 20A.

I') Experimento 2

B') Plano A

C') Plano B

D') Velocidade - Trnavg (Projeção)

E') Rotor transiente

F') Alvo residual

Figura 20B.

I') Experimento 2

G') Plano C

H') Plano D

D') Velocidade - Trnavg (Projeção)

E') Rotor transiente

F') Alvo residual

Figura 21A.

J') Experimento 3

B') Plano A

C') Plano B

D') Velocidade - Trnavg (Projeção)

E') Rotor transiente

F') Alvo residual 20

Figura 21B.

J') Experimento 3

G') Plano C

H') Plano D

D') Velocidade - Trnavg (Projeção)

E') Rotor transiente

F') Alvo residual

Figura 22A.

K') Experimento 4

B') Plano A

C') Plano B

D') Velocidade - Trnavg (Projeção)

E') Rotor transiente

F') Alvo residual

Figura 22B.

K') Experimento 4

G') Plano C

H') Plano D

D') Velocidade - Trnavg (Projeção)

E') Rotor transiente

F') Alvo residual

Figura 23A.

L') Experimento 5

B') Plano A

C) Plano B

D') Velocidade - Trnavg (Projeção)

E') Rotor transiente

F') Alvo residual

Figura 23B.

L') Experimento 5

G') Plano C

H') Plano D

D') Velocidade - Trnavg (Projeção)

E') Rotor transiente

[00123] F') Alvo residual

REIVINDICAÇÕES

1. Rotor de bomba de lodo, **caracterizado pelo fato de que** inclui uma mortalha dianteira (12) e uma mortalha traseira (14), sendo que cada uma possui uma face interna principal (13, 15), com uma borda periférica (16, 17) externa e um eixo central (x-x), uma pluralidade de pás de bombeamento (30) que se estendem entre as faces interiores principais das mortalhas (12,14), sendo que as pás de bombeamento (30) estão espaçadas entre si, e cada pá de bombeamento (30) inclui faces laterais principais opostas, uma das quais é uma face lateral de bombeamento ou de pressão, uma borda (16, 17) na região do eixo central (x-x) e um flanco (34) na região das bordas externas periféricas das mortalhas (13, 14) com uma passagem entre as pás adjacentes de bombeamento (30), sendo que cada passagem tem associada uma pá guia de descarga (50, 51) ou palheta, sendo que cada pá guia de descarga (50, 51) está disposta dentro de uma respectiva passagem e localizada perto de uma ou outra pá de bombeamento (30), projetando-se da face interna principal de pelo menos uma ou cada uma das mortalhas (12, 14).

2. Rotor de bomba de lodo, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** cada pá guia de descarga (50, 51) está localizada perto da face lateral de bombeamento (30) ou de pressão da pá de bombeamento adjacente mais próxima.

3. Rotor de bomba de lodo, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **caracterizado pelo fato de que** cada pá guia de descarga (50, 51) possui uma extremidade externa adjacente à borda periférica (16, 17) de uma ou mais mortalhas (12, 14), sendo que a pá guia de descarga (50, 51) se projeta internamente e termina em uma extremidade interna, a qual é intermediária ao eixo central e a extremidade periférica da mortalha (12, 14) com a qual está associada.

4. Rotor de bomba de lodo, de acordo com a reivindicação

3, **caracterizado pelo fato de que** cada pá guia de descarga (50, 51) é menor em comprimento que a pá de bombeamento adjacente (30) de tal forma que a pá guia de descarga (50, 51) em uso não obstrui o fluxo de livre de material através de passagem.

5. Rotor de bomba de lodo, de acordo com a reivindicação 4, **caracterizado pelo fato de que** o comprimento de cada pá guia de descarga (50, 51) é em torno de um terço ou menos do comprimento da pá de bombeamento adjacente (30).

6. Rotor de bomba de lodo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, **caracterizado pelo fato de que** cada referida pá guia de descarga (50, 51) se projeta a partir da face interna principal da mortalha traseira (14).

7. Rotor de bomba de lodo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, **caracterizado pelo fato de que** referida pá guia de descarga (50, 51) possui uma altura que varia de 5 a 50 por cento da largura da pá de bombeamento (30).

8. Rotor de bomba de lodo, de acordo com a reivindicação 7, **caracterizado pelo fato de que** referida pá guia de descarga (50, 51) possui uma altura que varia de 20 a 40 por cento da largura da pá de bombeamento (30).

9. Rotor de bomba de lodo, de acordo com a reivindicação 7 ou 8, **caracterizado pelo fato de que** referida pá guia de descarga (50, 51) possui uma altura que varia de 30 a 35 por cento da largura da pá de bombeamento (30).

10. Rotor de bomba de lodo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 9, **caracterizado pelo fato de que** cada referida pá guia de descarga (50, 51) é espaçada a partir de uma respectiva pá de bombeamento (30) a qual está mais próxima, de modo a modificar o fluxo de material através da passagem e, assim, reduzir a turbulência e inibir o deslocamento ou separação dos vórtices formados pe-

lo fluxo a partir da face da referida pá de bombeamento (30).

11. Rotor de bomba de lodo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 10, **caracterizado pelo fato de que** pelo menos parte de seu comprimento de cada pá guia de descarga (50, 51) é espaçada a partir de uma respectiva pá de bombeamento (30) à qual está mais próxima a uma distância que é praticamente a mesma que a espessura máxima da pá guia de descarga (50, 51).

12. Rotor de bomba de lodo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 11, **caracterizado pelo fato de que** cada pá guia de descarga (50, 51) possui geralmente o mesmo formato e largura das pás principais de bombeamento (30) quando vistas em uma seção transversal horizontal.

13. Rotor de bomba de lodo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 12, **caracterizado pelo fato de que** cada pá guia de descarga (50, 51) tem uma altura afunilada.

14. Rotor de bomba de lodo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 13, **caracterizado pelo fato de que** cada pá guia de descarga (50, 51) tem uma largura afunilada.

15. Rotor de bomba de lodo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 14, **caracterizado pelo fato de que** uma ou mais das passagens possuem associadas a elas uma ou mais pás guias de descarga (50, 51), sendo que cada pá guia de entrada se projeta ao longo de uma face lateral da pá de bombeamento (30) e termina em uma extremidade oposta, que é intermediária nas bordas e flancos (34) da pá de bombeamento (30) com a qual está associada.

16. Rotor de bomba de lodo, de acordo com a reivindicação 15, **caracterizado pelo fato de que** cada pá guia de entrada (41, 42) se projeta a partir da face principal da pá de bombeamento (30) com a qual está associada e a qual se estende em uma respectiva passagem.

17. Rotor de bomba de lodo, de acordo com a reivindicação 15 ou 16, **caracterizado pelo fato de que** cada pá guia de entrada (41, 42) é alongada.

18. Rotor de bomba de lodo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 17, **caracterizado pelo fato de que** inclui pás auxiliares em uma face externa de uma ou mais mortalhas (12, 14).

19. Rotor de bomba de lodo, de acordo com a reivindicação 18, **caracterizado pelo fato de que** tais pás auxiliares possuem partes cortadas na borda.

20. Rotor de bomba de lodo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 19, **caracterizado pelo fato de que** o rotor possui não mais que cinco pás de bombeamento (30).

21. Rotor de bomba de lodo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 20, **caracterizado pelo fato de que** o rotor possui quatro pás de bombeamento (30).

22. Rotor de bomba de lodo, **caracterizado pelo fato de que** inclui uma mortalha dianteira (12) e uma mortalha traseira (14), sendo que cada uma possui uma face interna principal, com uma borda periférica externa e um eixo central, uma pluralidade de pás de bombeamento (30) que se estendem entre as faces interiores principais das mortalhas (12, 14), sendo que as pás de bombeamento (30) estão espaçadas entre si, e cada palheta de bombeamento inclui faces laterais principais opostas, uma das quais é uma face lateral de bombeamento ou de pressão, uma borda (16, 17) na região do eixo central (x-x) e um flanco (34) na região das bordas externas periféricas das mortalhas (12, 14) com uma passagem entre as pás adjacentes de bombeamento (30), sendo que cada passagem tem associada uma pá guia de descarga (50, 51), sendo que cada pá guia de descarga (50, 51) está disposta dentro de uma respectiva passagem e localizada perto de uma ou outra pá de bombeamento (30), projetando-se a partir

da face interna principal da mortalha traseira (14), sendo que o comprimento de cada pá guia de descarga (50, 51) tem em torno de um terço ou menos o comprimento da pá de bombeamento (30) adjacente, sendo que tal pá guia de descarga (50, 51) contém uma altura de em torno de 30 a 35 por cento da espessura da pá de bombeamento (30).

23. Bomba centrífuga para lodo tipo voluta, em que o rotor da bomba é o rotor de bomba de lodo, como definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 22, **caracterizada pelo fato de que** inclui uma caixa contendo uma região de entrada e uma região de descarga, um rotor posicionado dentro da caixa da bomba e um eixo de acionamento conectado axialmente à referido rotor.

24. Método para produção de uma moldura de um rotor, como definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 22, **caracterizado pelo fato de que** o método inclui as seguintes etapas:

despejar o material fundido em um molde para a formação da moldagem;

deixar que o material fundido se solidifique; e

remover o molde ao menos em parte da moldagem solidificada resultante.

25. Método para reequipamento de uma pá guia de descarga em um rotor, como definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 22, **caracterizado pelo fato de que** a pá guia está localizada em uma face principal de uma mortalha (12, 14) com a qual está associada e que se estende em uma respectiva passagem de descarga, sendo que o método inclui as etapas de:

remover uma pá guia quando esta tiver se tornado um componente desgastado; e

subsequente instalação de uma pá guia de substituição nova no rotor.

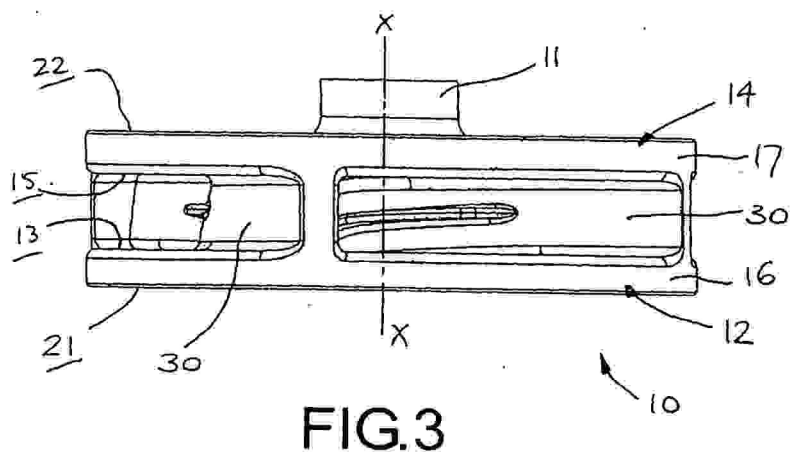
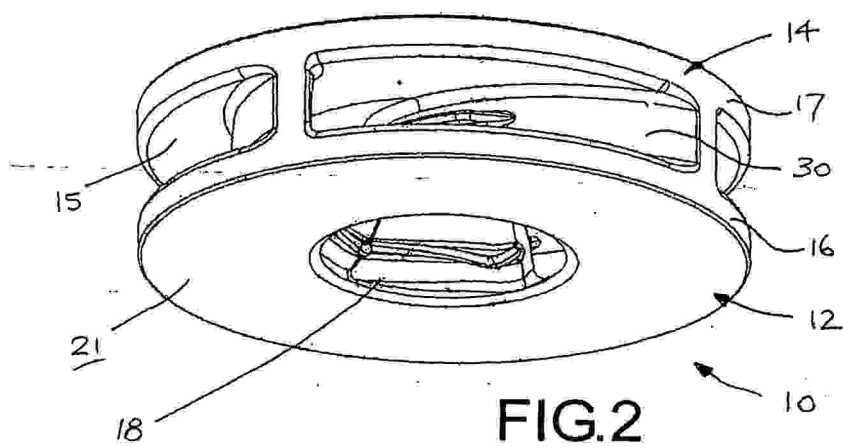
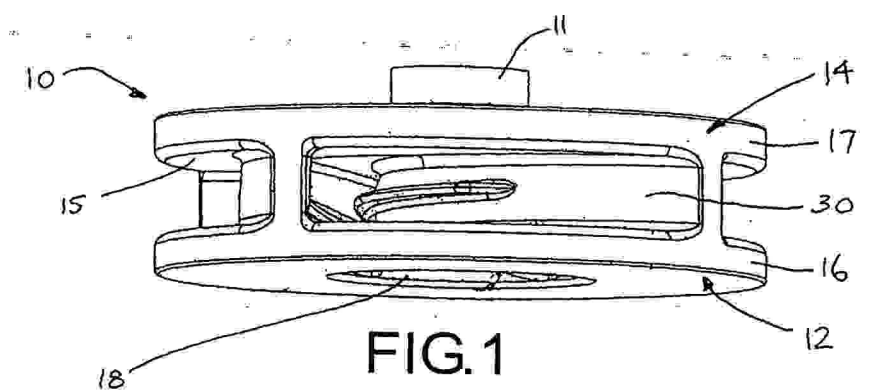
26. Método para reequipamento de uma pá em uma bomba

centrífuga, que prevê um rotor, como definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 22, **caracterizado pelo fato de que** inclui as etapas de:

remover um rotor instalado quando este tiver se tornado um componente desgastado; e

subsequente instalação na bomba de um rotor de substituição novo.

27. Rotor de uma bomba centrífuga, onde a configuração de tal rotor é tal como o rotor definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 22, **caracterizado pelo fato de que** é adaptado para ser montado dentro de um molde da bomba como um reequipamento de forma a substituir um rotor existente.



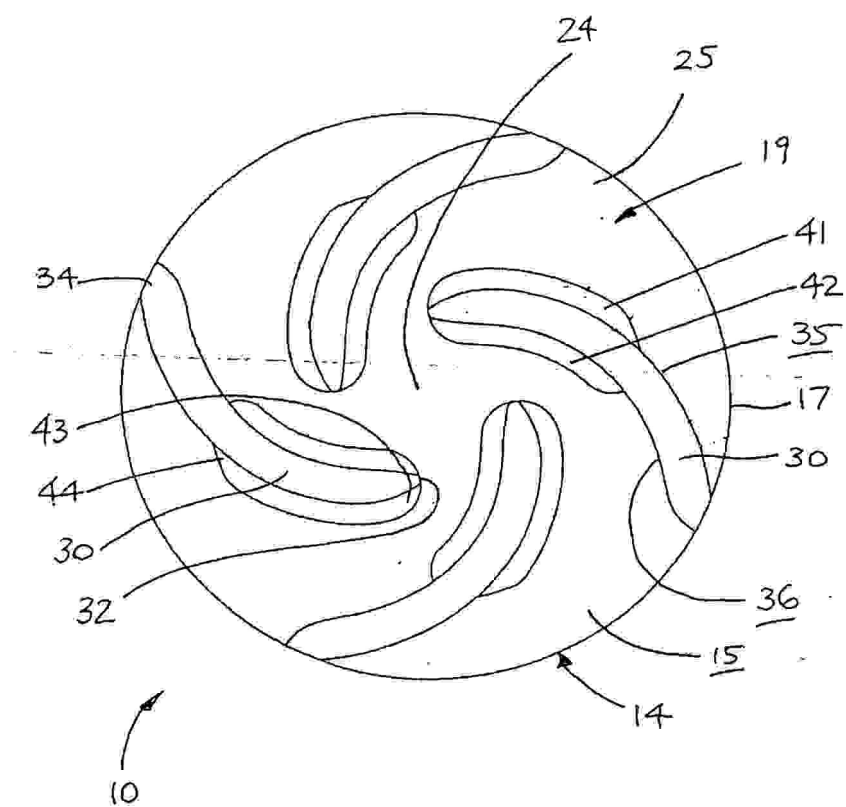
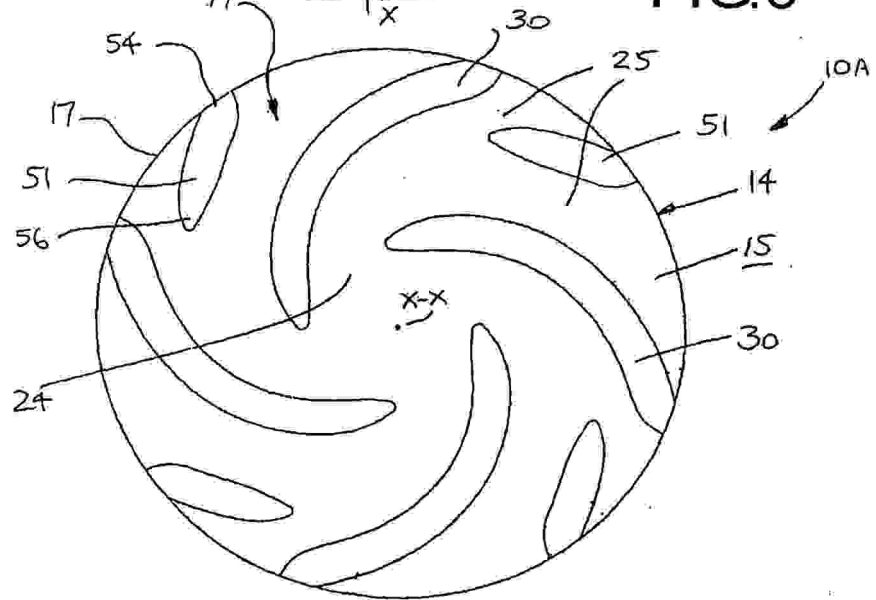
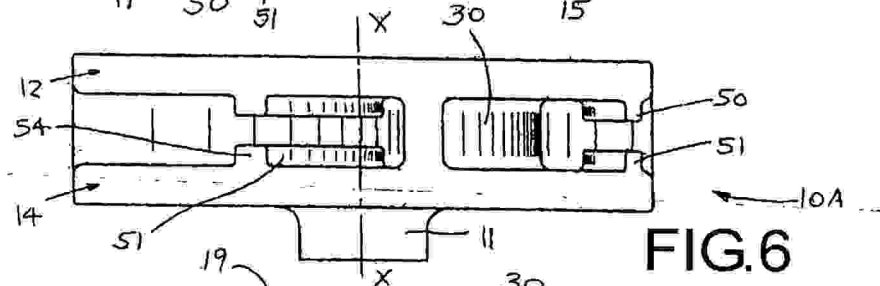
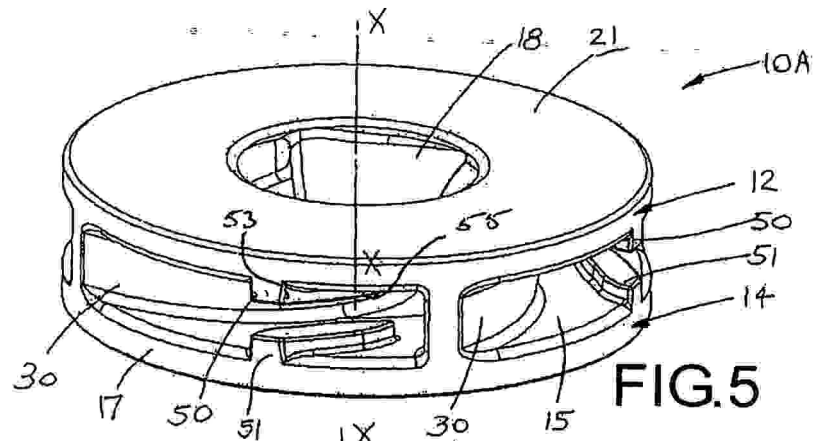


FIG.4



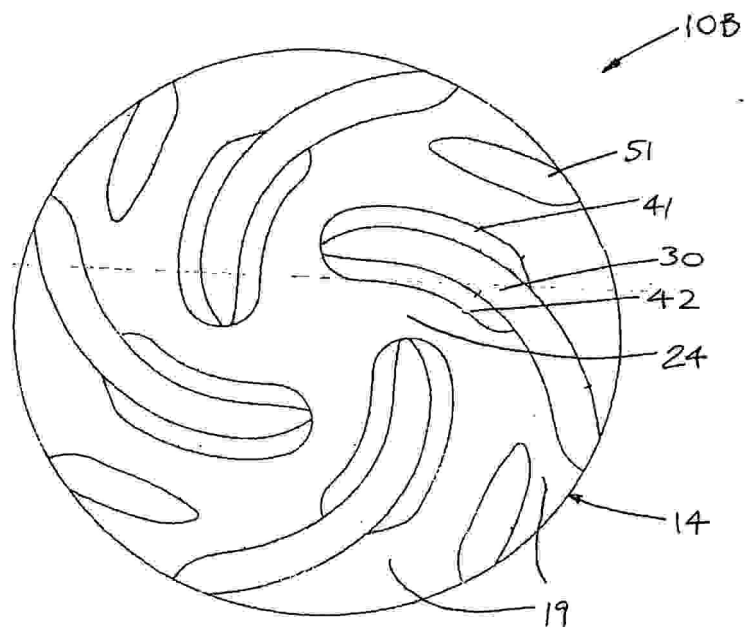
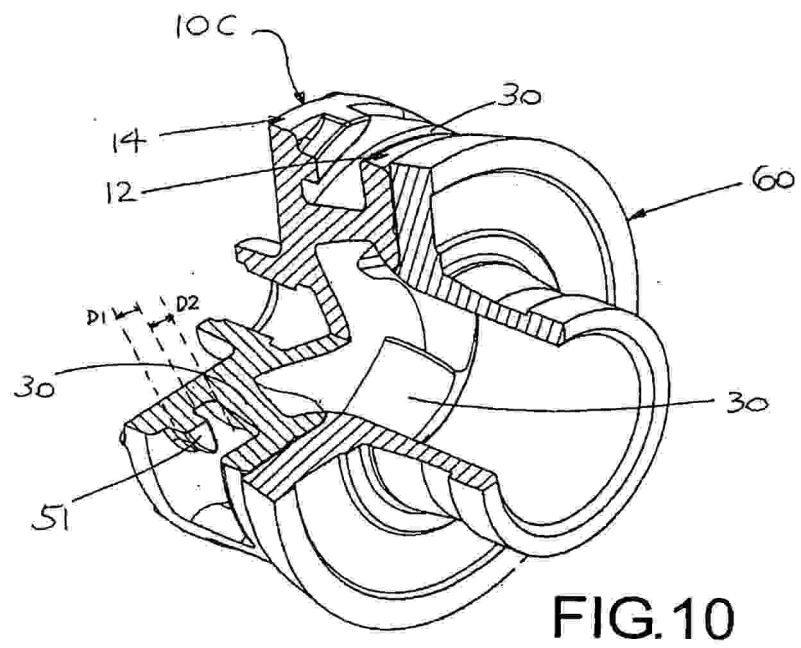
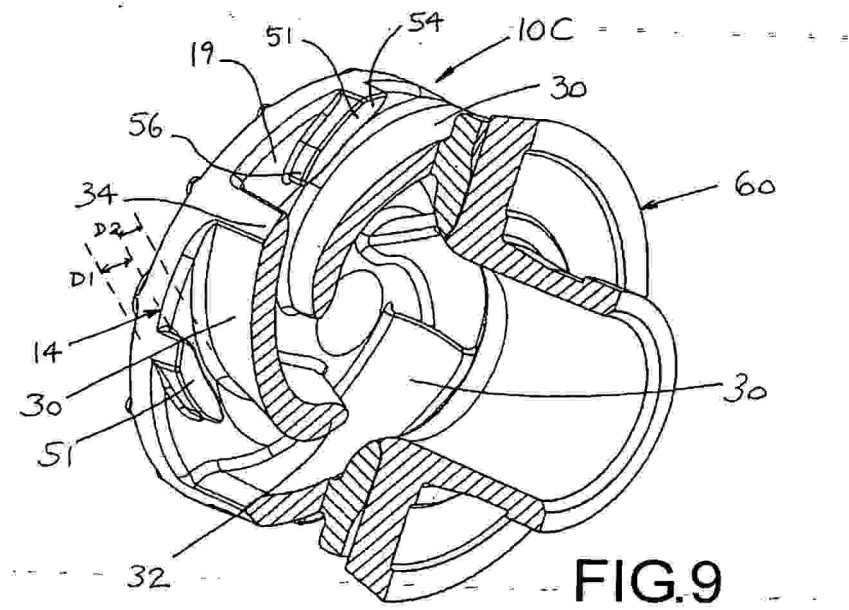
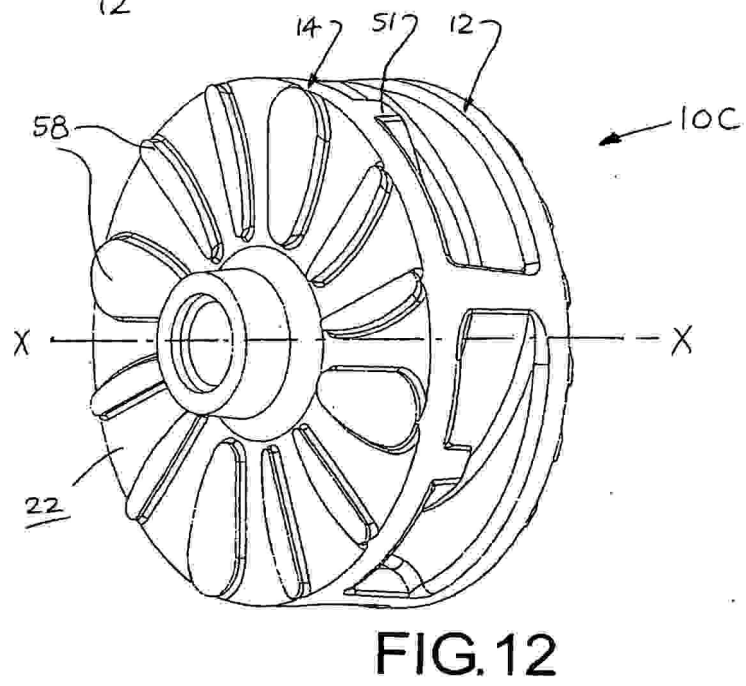
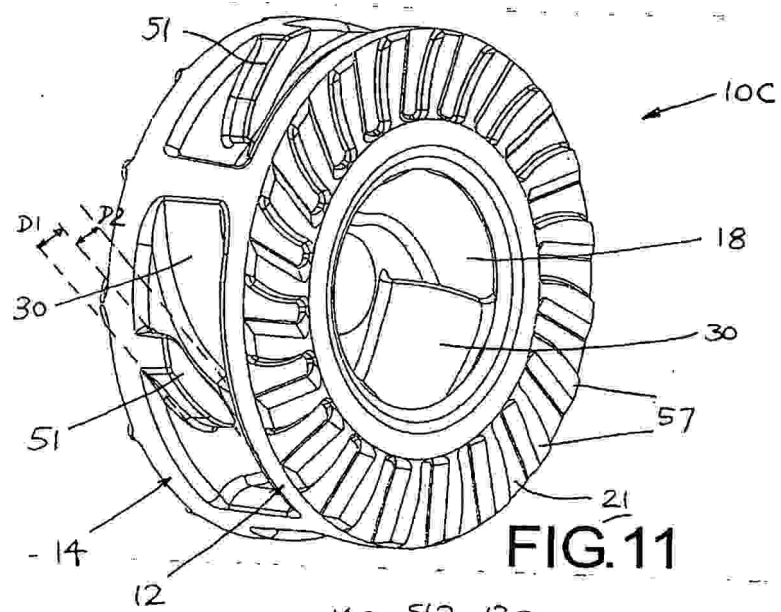
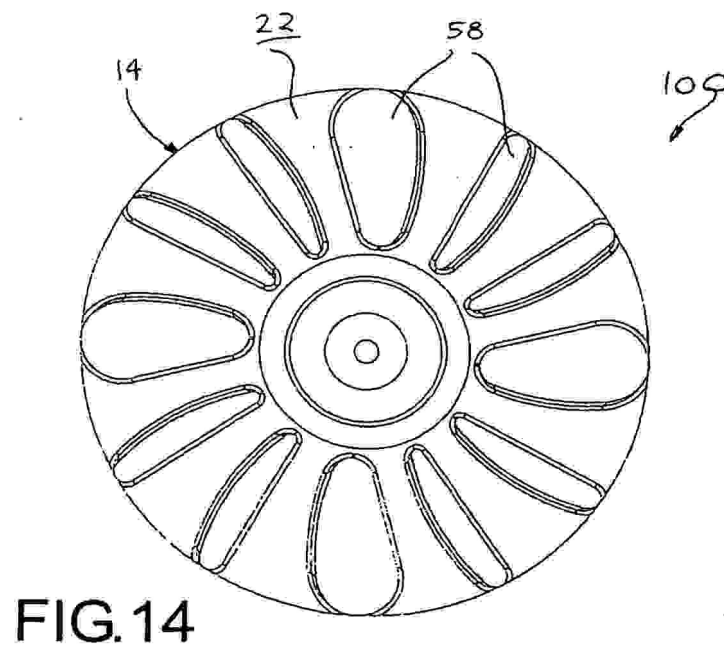
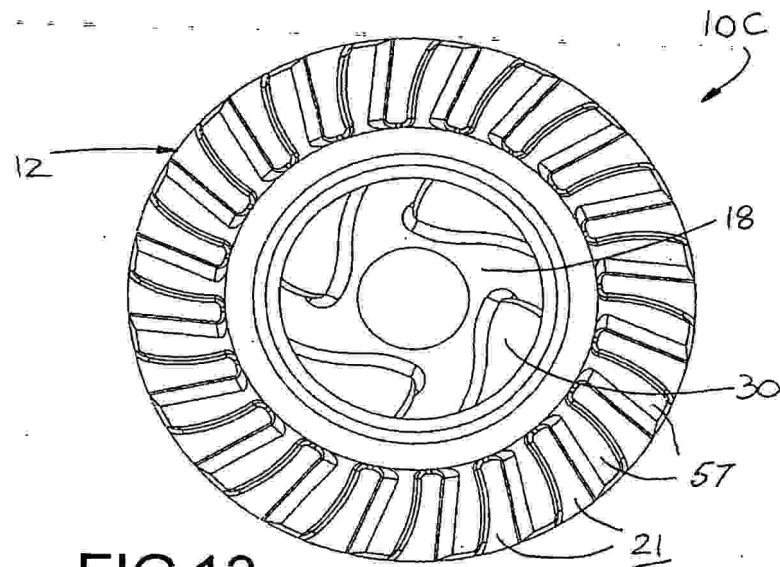


FIG. 8







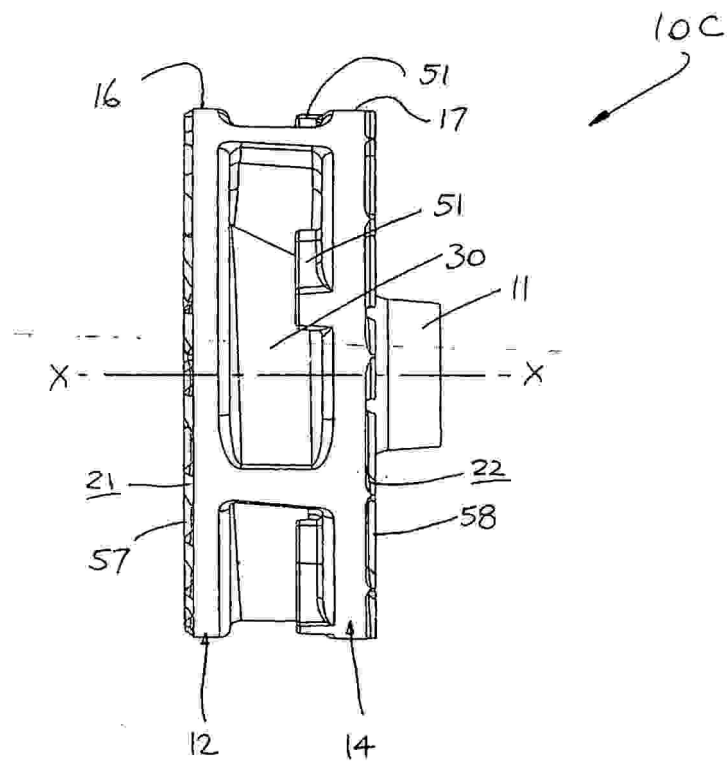


FIG.15

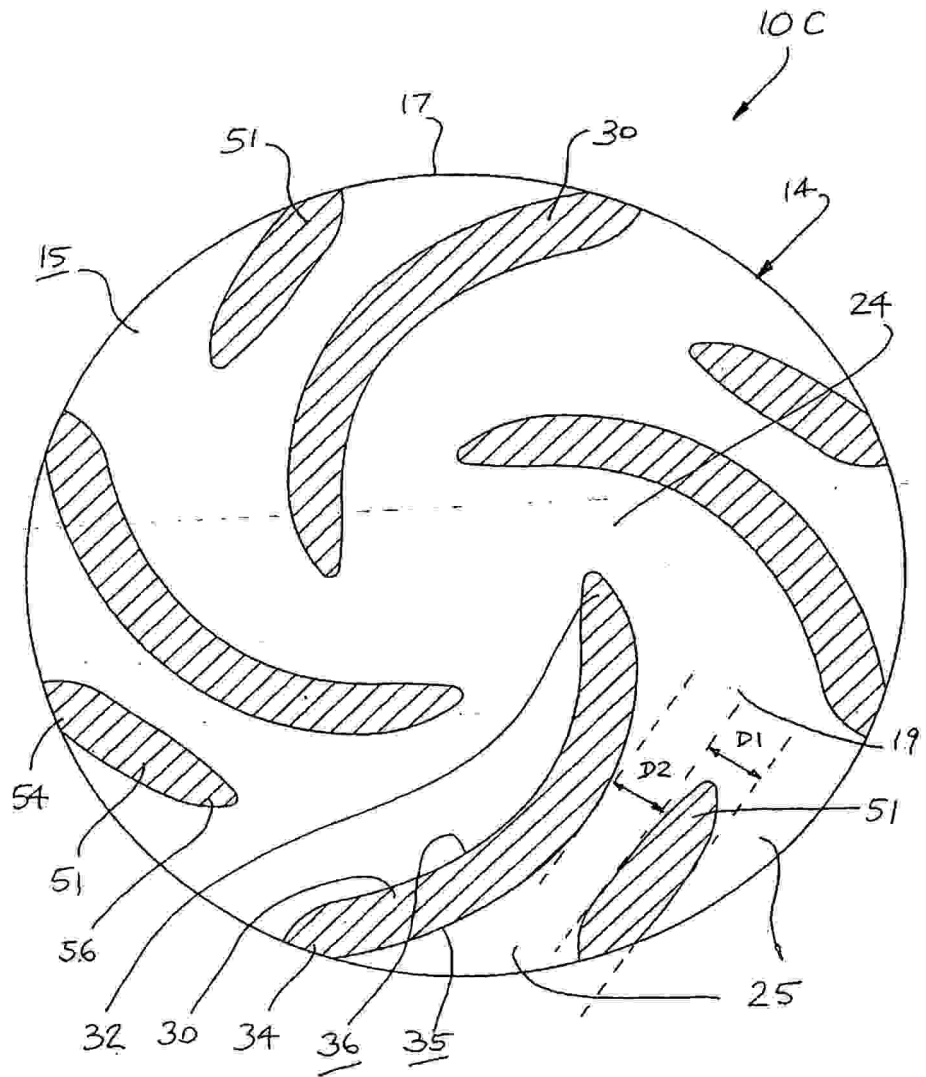


FIG.16

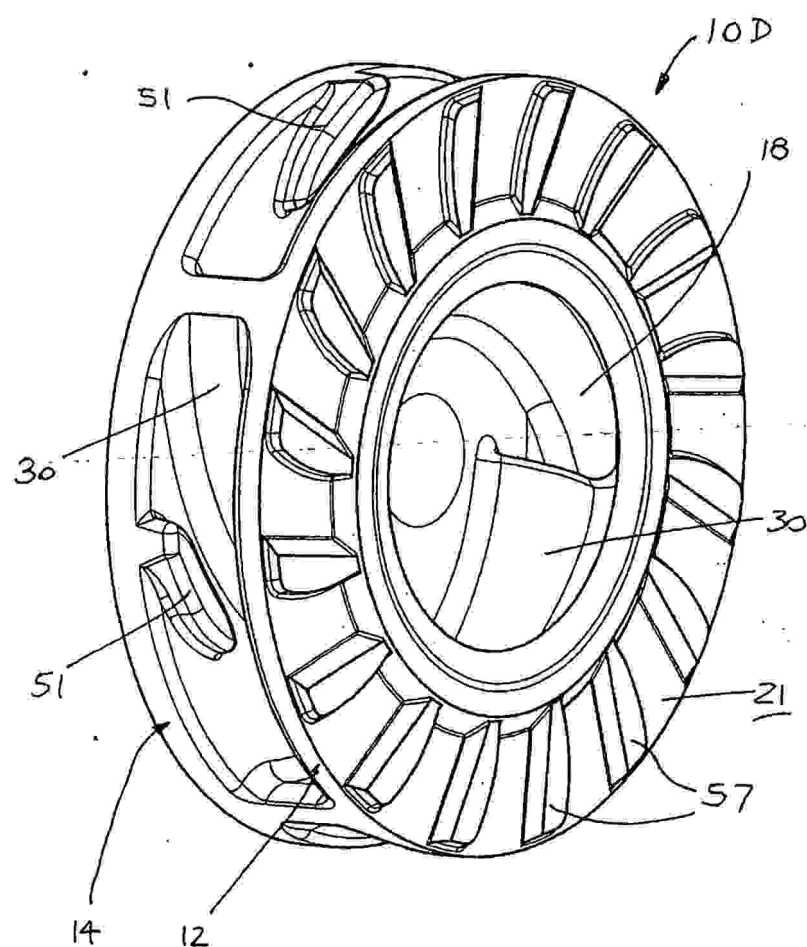


FIG.17

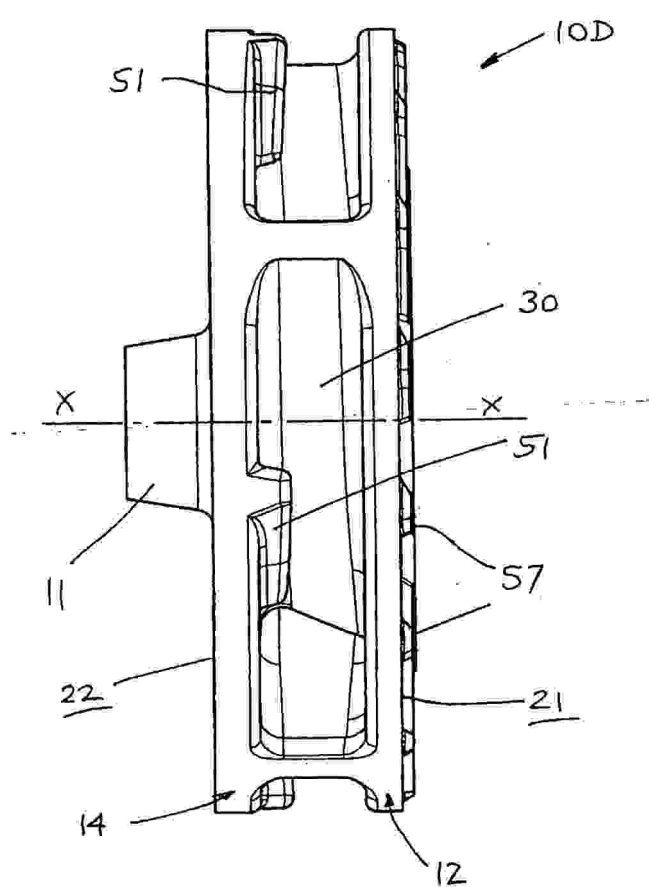


FIG.18

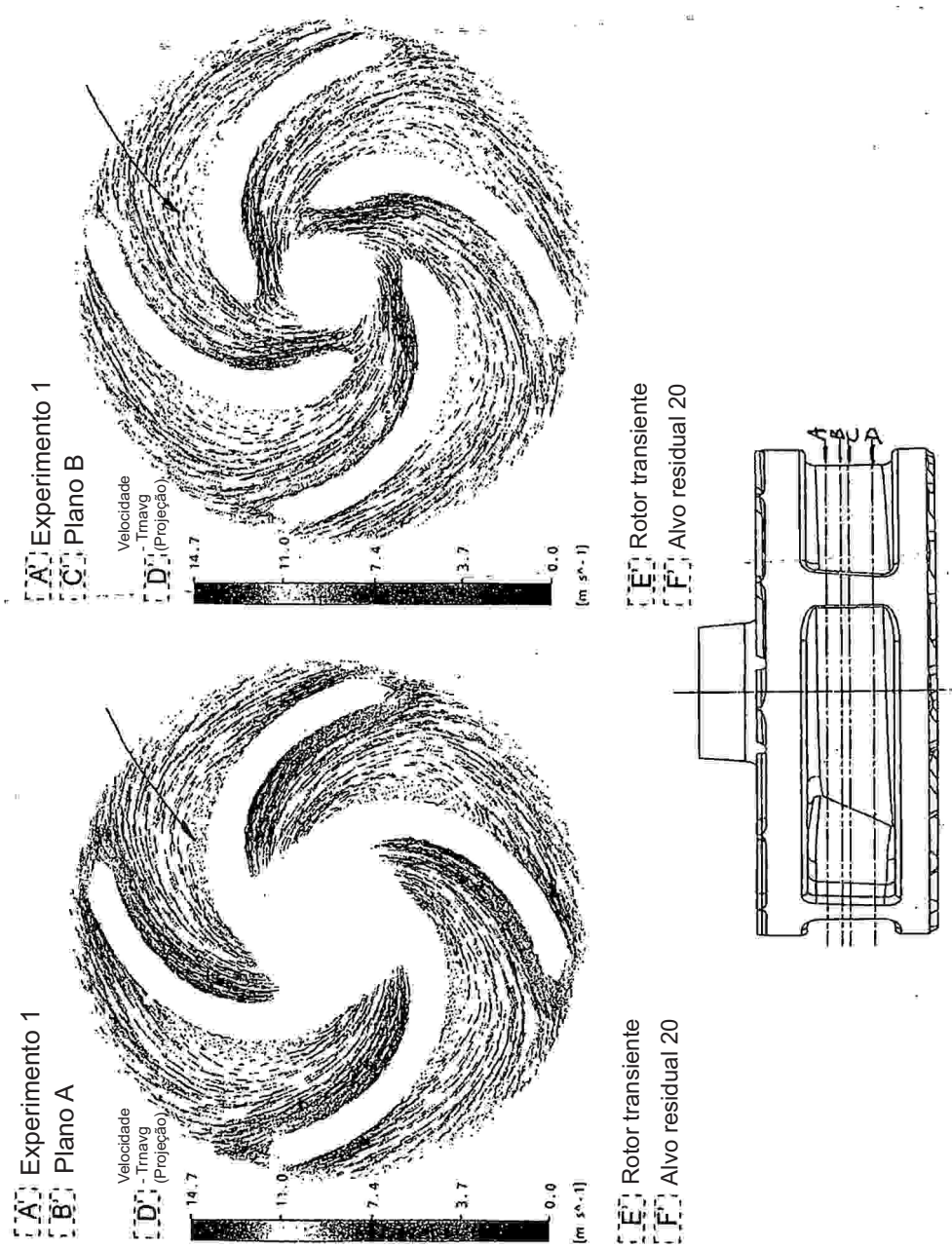


FIG.19A

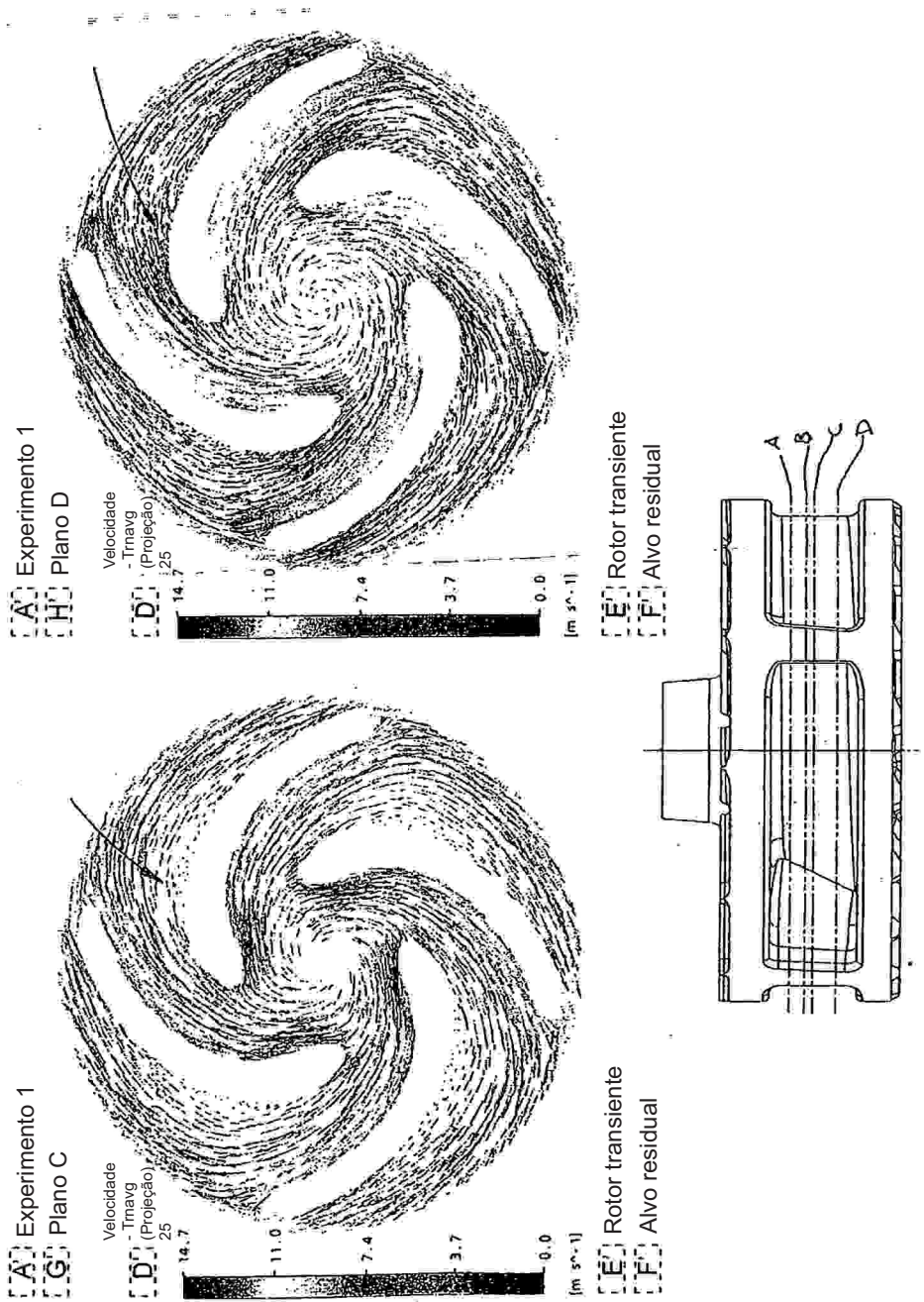


FIG.19B

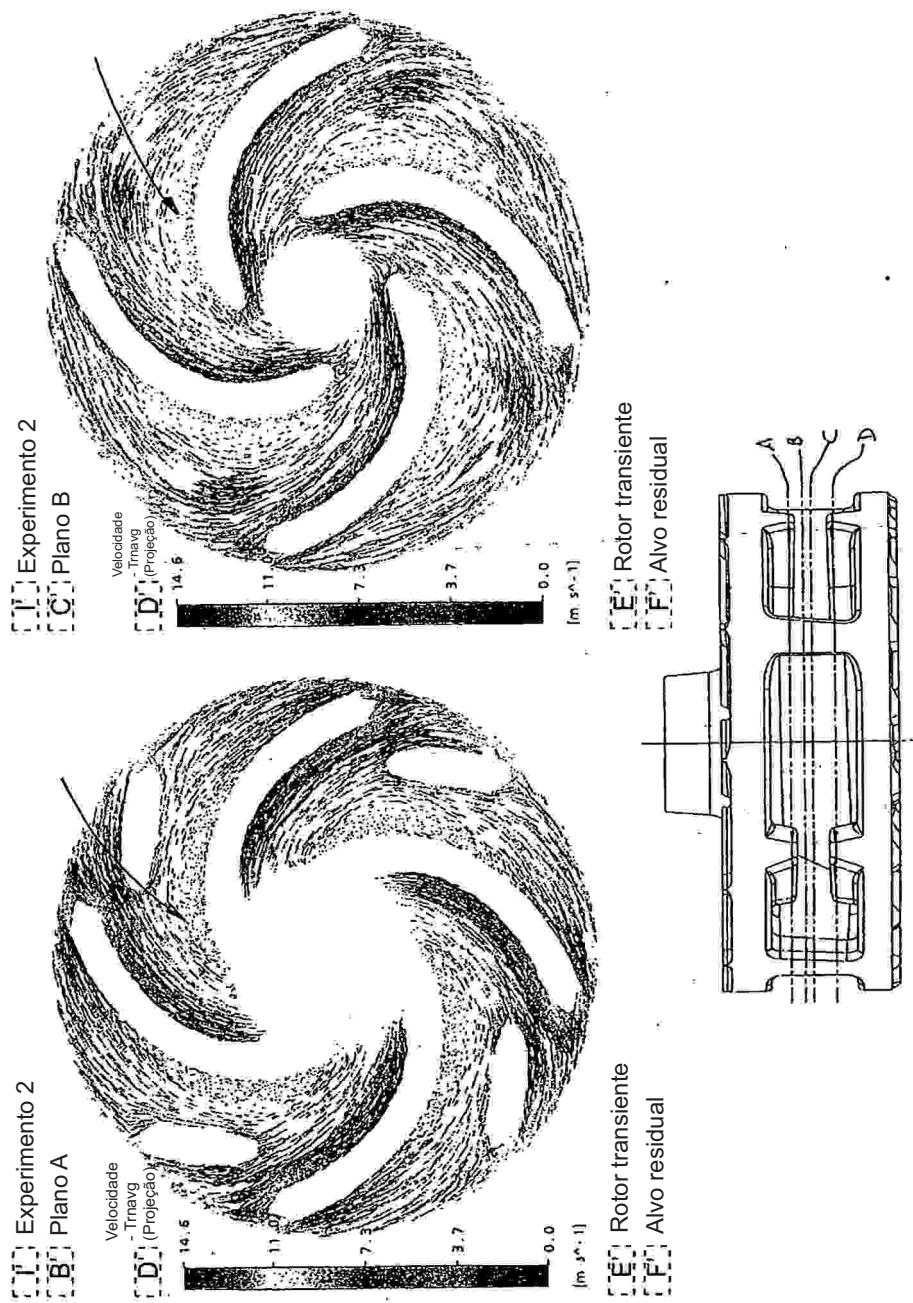


FIG.20A

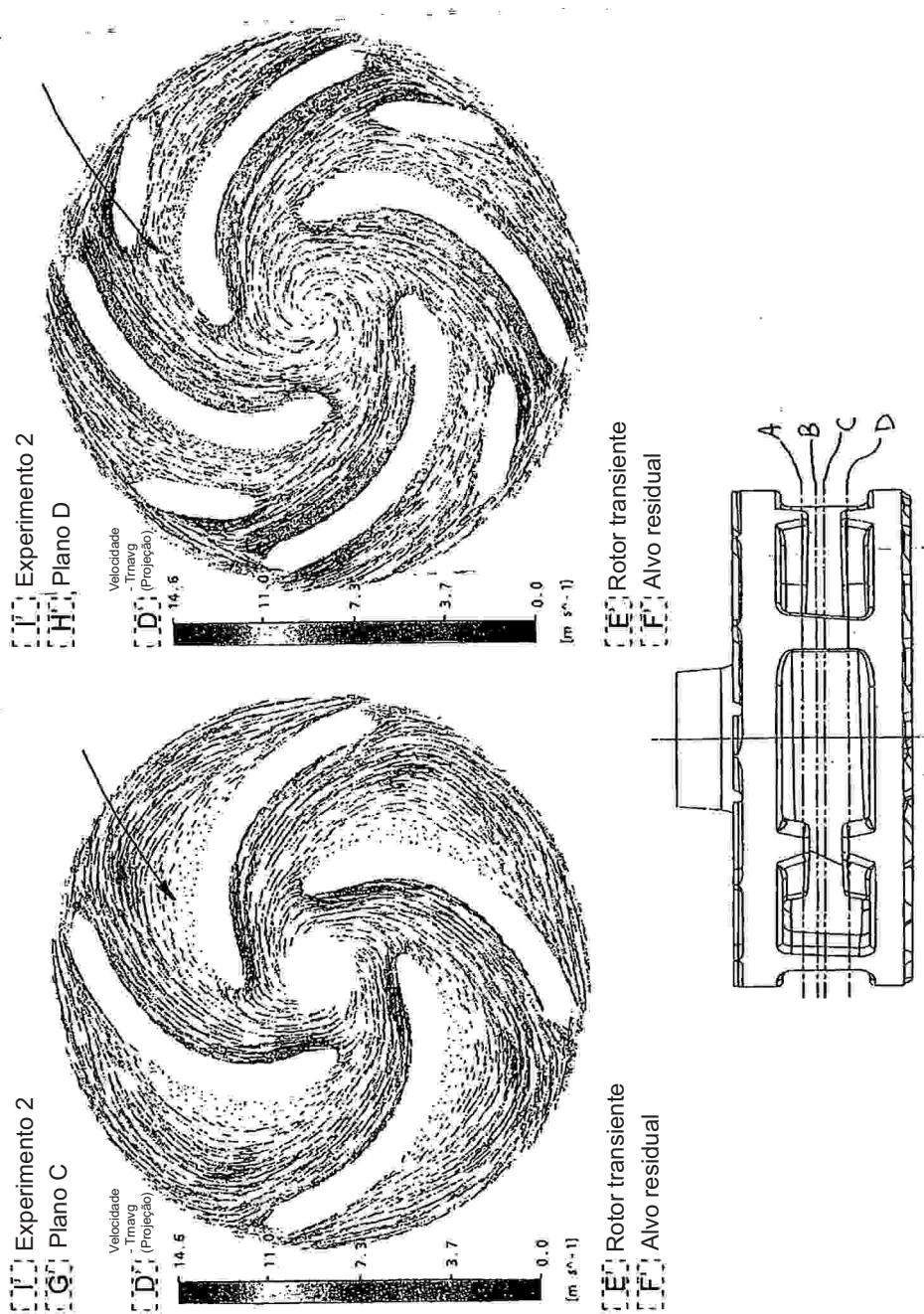


FIG.20B

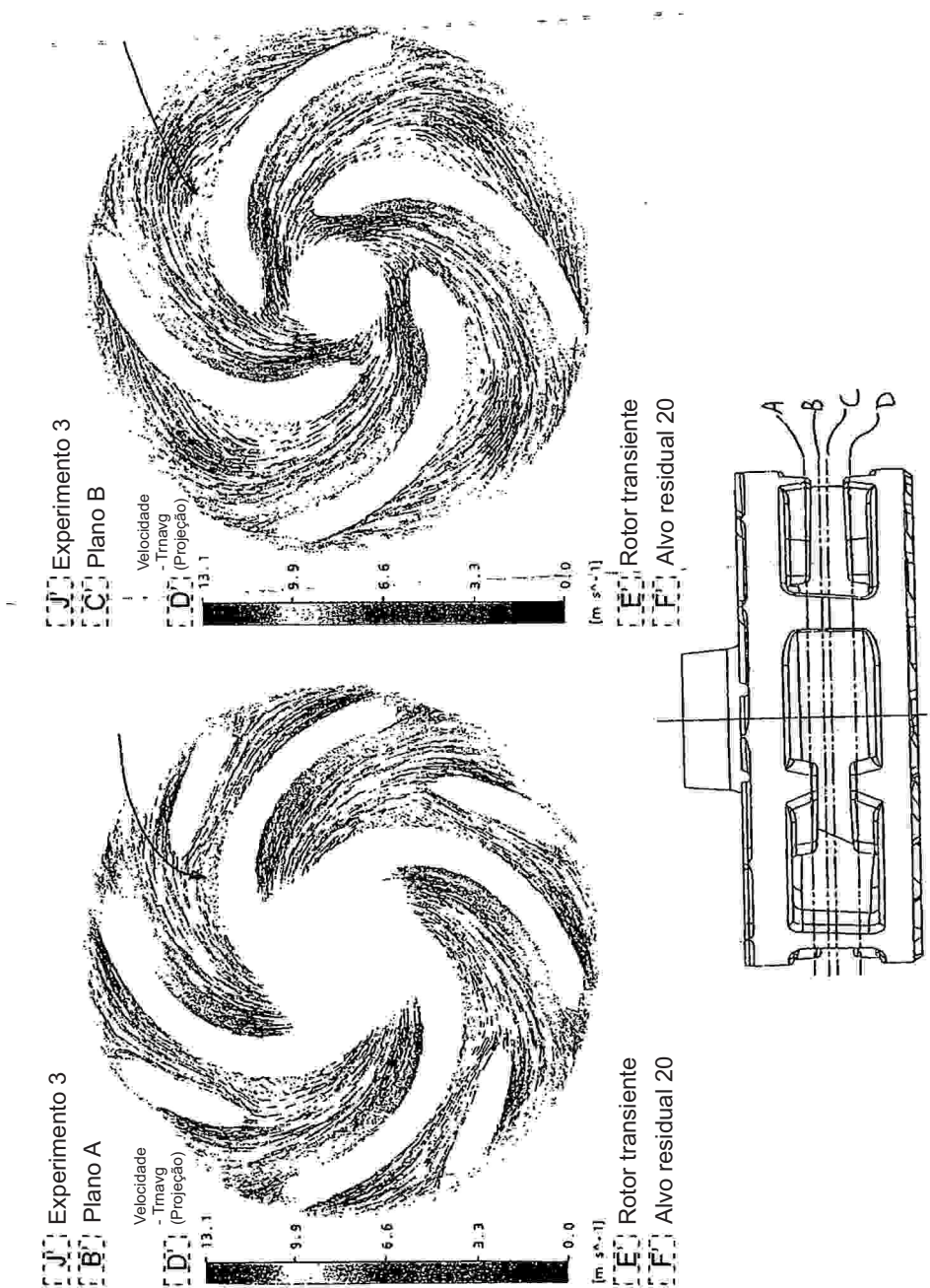


FIG.21A

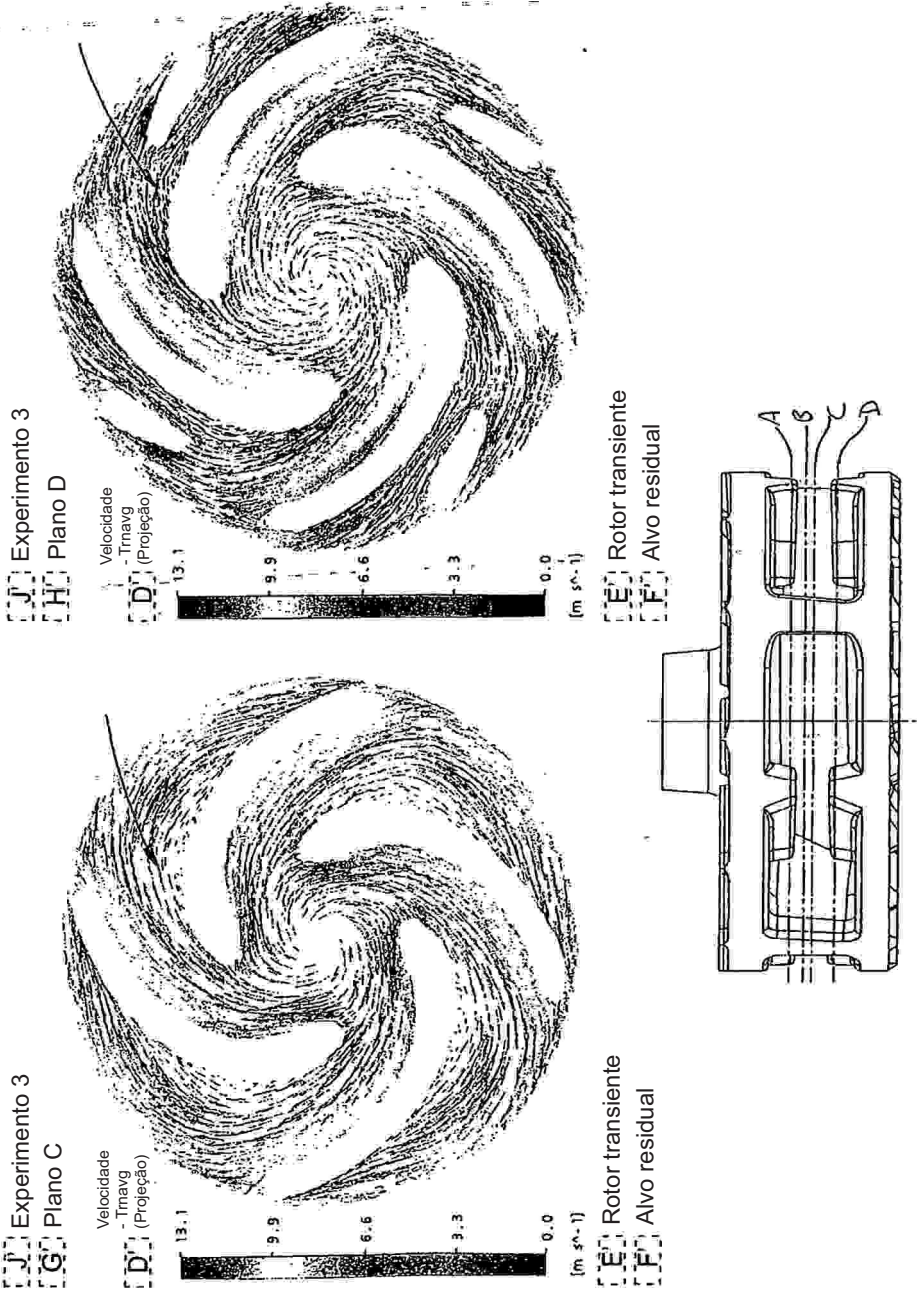


FIG.21B

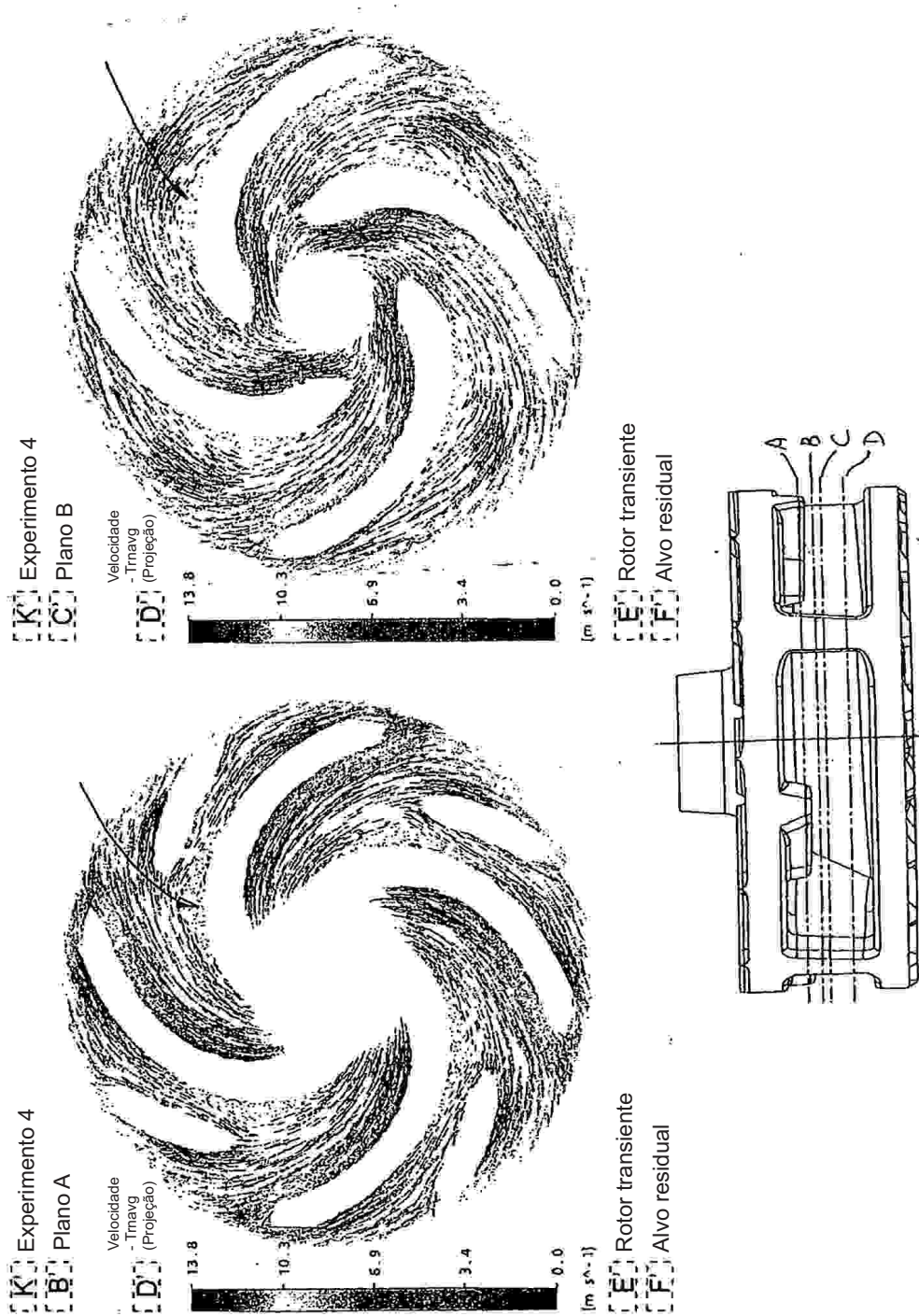
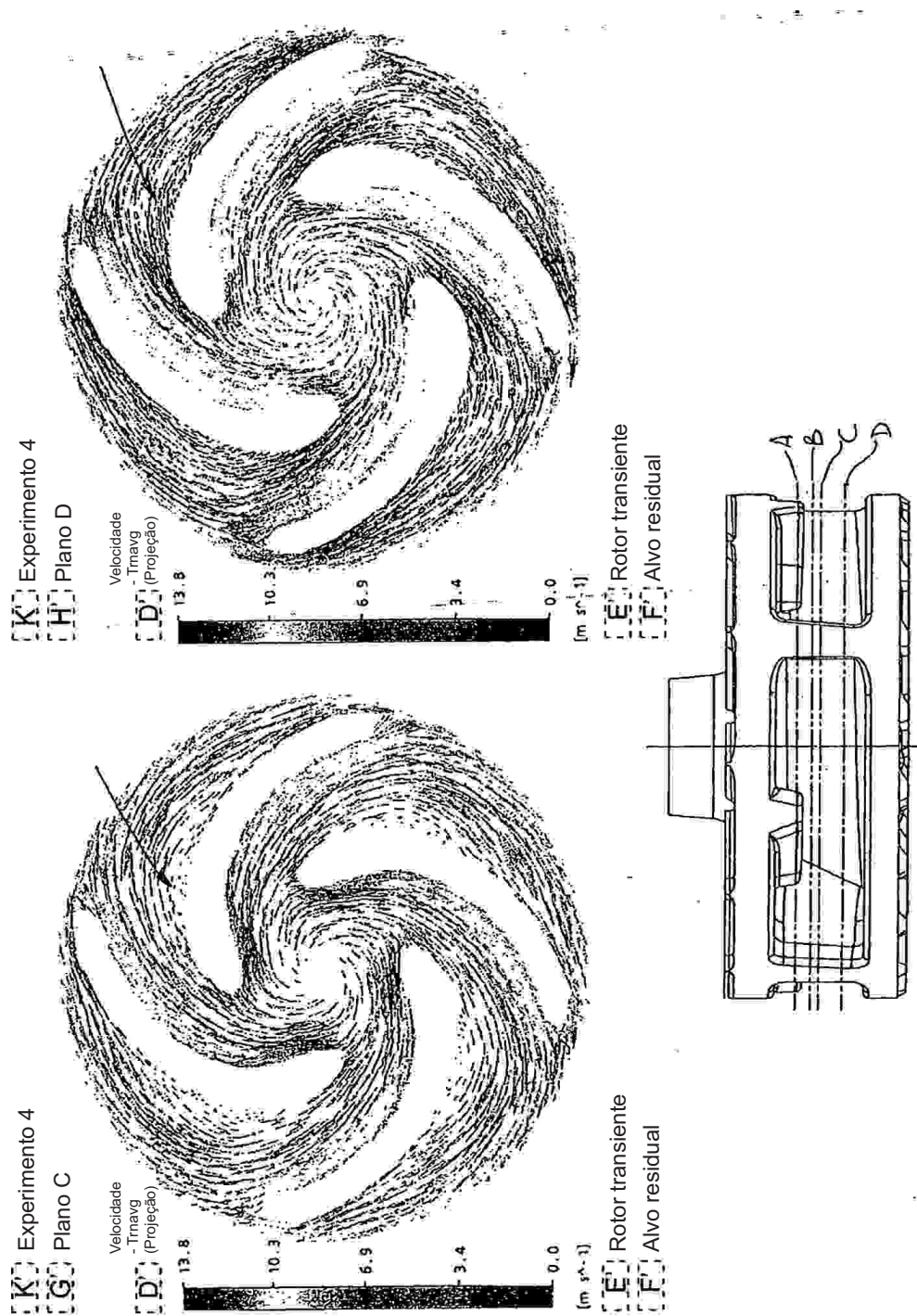
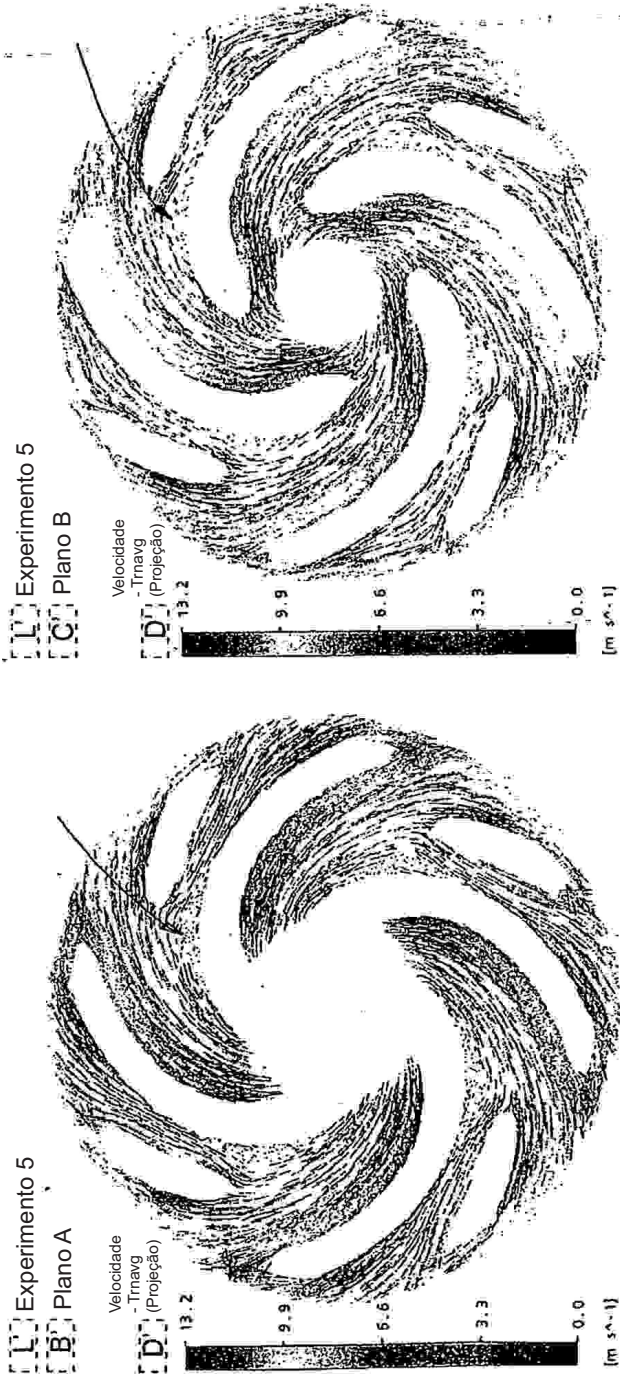


FIG.22A





Rotor transiente

Alvo residual

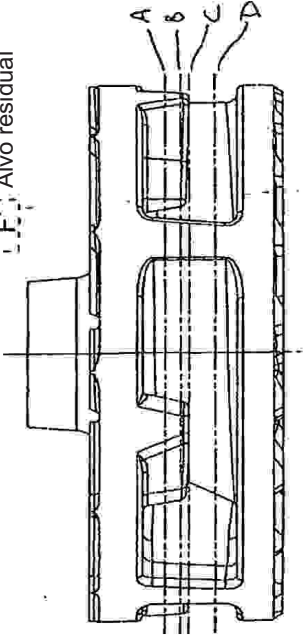


FIG.23A

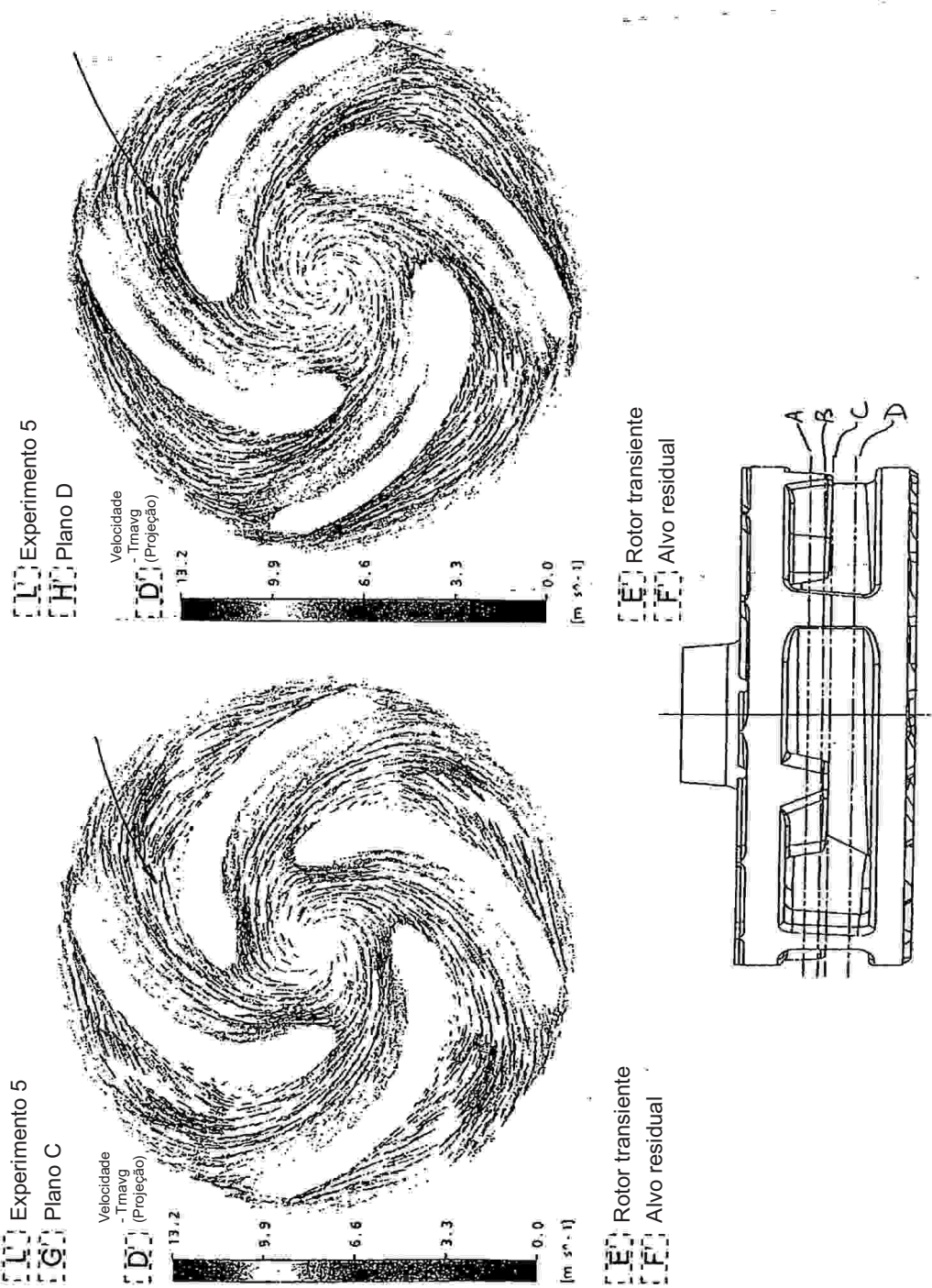


FIG.23B