



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

(11) BR 112014016015-5 B1



(22) Data do Depósito: 31/12/2012

(45) Data de Concessão: 29/12/2020

(54) Título: ARTIGO ABRASIVO COM DISTRIBUIÇÃO NÃO UNIFORME DE ABERTURAS

(51) Int.Cl.: B24D 3/02; C09K 3/14; C09C 1/68; C09G 1/02.

(30) Prioridade Unionista: 31/12/2011 US 61/582,308.

(73) Titular(es): SAINT-GOBAIN ABRASIVES, INC.; SAINT-GOBAIN ABRASIFS.

(72) Inventor(es): ANUJ SETH; JULIE M. DINH-NGOC; VIVEK CHERUVARI KOTTIETH RAMAN; PAUL A. KRUPA; JAMES M. GARRAH.

(86) Pedido PCT: PCT US2012072304 de 31/12/2012

(87) Publicação PCT: WO 2013/102206 de 04/07/2013

(85) Data do Início da Fase Nacional: 27/06/2014

(57) Resumo: ARTIGO ABRASIVO COM DISTRIBUIÇÃO NÃO UNIFORME DE ABERTURAS. Um artigo abrasivo tendo uma pluralidade de aberturas dispostas em um padrão de distribuição não uniforme, em que o padrão é em espiral ou filotáxico, e em particular os padrões descritos pela equação de Vogel. Também, é fornecida uma base de apoio tendo padrões em espiral ou filotáxicos de vias de fluxo de ar, tal como em forma de canais abertos. A base de apoio pode ser adaptada especificamente para corresponder a um artigo abrasivo tendo um padrão de distribuição não uniforme. Alternativamente, a base de apoio pode ser usada em conjunto com abrasivos revestidos perfurados convencionais. Os artigos abrasivos tendo um padrão de distribuição não uniforme de aberturas e as bases de apoio podem ser usados em conjunto como um sistema abrasivo.

ARTIGO ABRASIVO COM DISTRIBUIÇÃO NÃO UNIFORME DE ABERTURAS

CAMPO DA DIVULGAÇÃO

[0001] A presente divulgação refere-se geralmente a abrasivos e mais particularmente a artigos abrasivos, tendo um padrão de aberturas, onde o padrão é um padrão de distribuição não-uniforme.

FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

[0002] Artigos abrasivos, tais como artigos abrasivos revestidos são utilizados em diversas indústrias para desgastar peças à mão ou de máquina, tais como por lapidação, moagem ou polimento. Usinagem utilizando artigos abrasivos abrange um amplo escopo industrial e consumidor das indústrias de ótica, indústrias de reparação de pintura automotiva, e indústrias de fabricação de metal para construção e carpintaria. Usinagem, tais como à mão ou com o uso de ferramentas comumente disponíveis como polidores orbitais (eixo aleatório e fixo) e lixadeiras de cinta e vibratórias, é também comumente feita pelos consumidores em aplicações de uso domésticos. Em cada um desses exemplos, abrasivos são usados para remover o material de superfície e afetam as características de superfície (por exemplo, planaridade, aspereza de superfície, brilho) da superfície abrasiva. Além disso, desenvolveram-se vários tipos de sistemas de tratamento automatizado para tratar de forma abrasiva artigos de várias composições e configurações.

[0003] Características de superfície incluem, entre outros, brilho, textura, rugosidade da superfície e uniformidade. Em particular, características de superfície, tais como rugosidade e brilho, são medidas para determinar a qualidade. Por exemplo, quando do revestimento ou pintura de uma superfície certas imperfeições ou defeitos na superfície podem ocorrer durante a aplicação ou processo de cura. Tais imperfeições superficiais ou defeitos na superfície podem incluir marcas, textura de "casca de laranja", "olhos de peixe" ou bolha encapsulada e defeitos de

poeira. Normalmente, tais defeitos em uma superfície pintada são removidos pelo primeiro lixamento com um abrasivo de grão grosseiro, seguido posteriormente de lixamento com abrasivos de grão progressivamente mais finos e mesmo de polimento com lã ou bases de espuma até que o liso desejado seja alcançado. Por isso, as propriedades do artigo abrasivo usado irão geralmente influenciar a qualidade da superfície

[0004] Além de características de superfície, indústrias são sensíveis aos custos relacionados com as operações de abrasivos. Fatores que influenciam os custos operacionais incluem a velocidade na qual uma superfície pode ser preparada e o custo dos materiais usados para preparar a superfície. Normalmente, a indústria procura materiais com bom custo benefício, tendo taxas de alta remoção de material.

[0005] No entanto, abrasivos que apresentam taxas de remoção de alta frequência apresentam mau desempenho na obtenção de características desejáveis de superfície. Por outro lado, abrasivos que produzem características desejáveis de superfície, muitas vezes têm taxas de remoção de material baixas. Por esta razão, a preparação de uma superfície é muitas vezes um processo de várias etapas, utilizando vários tipos de folhas de abrasivos. Normalmente, falhas da a superfície (por exemplo, arranhões), introduzidas por um passo são reparadas (por exemplo, removidas) usando abrasivos de grão progressivamente mais finos em uma ou mais etapas subsequentes. Portanto, abrasivos que apresentam defeitos de superfície e arranhões resultam em aumento do tempo, esforço e despesas de materiais nas etapas posteriores de processamento e um aumento global em custos de transformação total.

[0006] Um fator adicional que afeta a qualidade de superfície e a taxa de remoção de material é o "carregamento" do abrasivo com "aparas", ou seja, o material que é desgastado da superfície da peça de trabalho, que tende a se acumular na superfície de e entre, as partículas abrasivas.

Carregamento é indesejável, porque normalmente reduz a eficácia do produto abrasivo e também negativamente pode afetar características de superfície, aumentando a probabilidade de defeitos de arranhões.

[0007] Apesar de vários esforços terem sido feitos para reduzir o acúmulo de aparas, tais como a introdução de líquidos sobre a superfície da peça para tirar as aparas, bem como a aplicação de sistemas de vácuo para levar embora as aparas, como é gerado, continua a haver uma demanda por artigos abrasivos, processos e sistemas melhorados, de bom custo benefício, que promovam abrasão eficiente e características de superfície melhoradas.

BREVE DESCRIÇÃO DAS FIGURAS

[0008] A presente divulgação pode ser melhor compreendida, e seus inúmeros recursos e vantagens colocados aparentes para aqueles versados na técnica consultando as figuras que acompanham.

[0009] FIG. 1 é uma modalidade exemplar de um disco abrasivo revestido, tendo um padrão de abertura com uma distribuição não-uniforme controlada das aberturas de acordo com a presente invenção.

[0010] FIG. 2 é uma ilustração de um padrão em espiral filotáxico tendo parastíquia no sentido horário e anti-horário, de acordo com a presente invenção.

[0011] FIG. 3 é outra ilustração de um padrão em espiral filotáxico tendo parastíquia no sentido horário e anti-horário, de acordo com a presente invenção.

[0012] FIG. 4 é uma ilustração do modelo de Vogel em conformidade com a presente invenção.

[0013] FIG. 5a - 5C são ilustrações de padrões espiral filotáxicos em conformidade com o modelo de Vogel que têm diferentes ângulos de divergência, de acordo com a presente invenção.

[0014] FIG. 6a-6F são ilustrações de modalidades exemplares da abertura em forma de fenda de acordo com a presente invenção

[0015] FIG. 7 é uma ilustração de uma seção transversal de uma modalidade exemplar de um artigo abrasivo revestido, de acordo com a presente invenção

[0016] FIG. 8 é uma ilustração de uma seção transversal de uma modalidade exemplar de um padrão de abertura tendo 148 aberturas, de acordo com a presente invenção

[0017] FIG. 9 é uma ilustração de uma modalidade exemplar de acordo com a presente invenção de uma transposição do padrão de abertura da FIG. 8

[0018] FIG. 10 é uma ilustração de uma modalidade exemplar de acordo com a presente invenção de uma base de apoio que é cooperativa com o padrão de abertura da FIG. 8

[0019] FIG. 11 é uma imagem gráfica de uma seção transversal de um padrão de abertura tendo 246 aberturas, de acordo com a presente invenção

[0020] FIG. 12 é uma ilustração de uma modalidade exemplar de acordo com a presente invenção de uma transposição do padrão de abertura da FIG. 11

[0021] FIG. 13 é uma ilustração de uma modalidade exemplar de acordo com a presente invenção de uma base de apoio que é cooperativa com o padrão de abertura da FIG. 11

[0022] FIG. 14 é uma imagem gráfica de uma de uma modalidade exemplar de um padrão de abertura tendo 344 aberturas, de acordo com a presente invenção

[0023] FIG. 15 é uma ilustração de uma modalidade exemplar de acordo com a presente invenção de uma transposição do padrão de abertura da FIG. 14

[0024] FIG. 16 é uma ilustração de uma modalidade exemplar de acordo com a presente invenção de uma base de apoio que é cooperativa com o padrão de abertura da FIG. 14

[0025] FIG. 17A - 17 D são representações gráficas de cobertura de abertura durante a rotação orbital para dados padrões de abertura, dos quais 17B - 17 D são modalidades exemplares de acordo com a presente invenção

[0026] FIG. 18A - 18 D são representações gráficas de cobertura de abertura durante a rotação orbital para dados padrões de abertura, dos quais 18B - 18 D são modalidades exemplares de acordo com a presente invenção

[0027] FIG. 19 é um gráfico comparando o desempenho do abrasivo de padrões de abertura exemplares de acordo com a presente invenção com um de padrão de abertura do estado da técnica

[0028] FIG. 20 é um gráfico comparando o desempenho do abrasivo de padrões de abertura exemplares de acordo com a presente invenção com um de padrão de abertura do estado da técnica

[0029] FIG. 21 é um gráfico comparando o desempenho do abrasivo de padrões de abertura exemplares de acordo com a presente invenção com um de padrão de abertura do estado da técnica

[0030] FIG. 22 é um gráfico comparando o desempenho do abrasivo de padrões de abertura exemplares de acordo com a presente invenção com um de padrão de abertura do estado da técnica

[0031] FIG. 23 é um gráfico comparando o desempenho do abrasivo de padrões de abertura exemplares e bases de apoio cooperativas de acordo com a presente invenção com um padrão de abertura do estado da técnica e base de apoio do estado da técnica

[0032] FIG. 24 é um gráfico comparando o desempenho do abrasivo de pares de discos abrasivos revestidos exemplares e bases de apoio de acordo com a presente invenção com combinações de abrasivos revestidos do estado da técnica e bases de apoio

[0033] FIG. 25 é um gráfico comparando vezes calculadas para desgastar 10.000 pés quadrados de painéis de veículo usando discos

abrasivos exemplares revestidos e bases de apoio de acordo com a presente invenção com combinações de abrasivos do estado da técnica revestidos e bases de apoio

[0034] FIG. 26 é um gráfico comparando a eficiência de corte em painéis de veículos usando discos abrasivos revestidos exemplares e bases de apoio de acordo com a presente invenção com combinações de abrasivos revestidos do estado da técnica e bases de apoio

[0035] FIG. 27 é um outro gráfico comparando a eficiência de corte em painéis de veículo usando outros discos abrasivos revestidos exemplares e bases de apoio de acordo com a presente invenção com combinações de abrasivos revestidos do estado da técnica e bases de apoio

[0036] FIG. 28 é uma ilustração de uma modalidade de uma base de apoio com um padrão de vias em espiral; 34 vias em espiral externas e 8 vias em espiral internas, de acordo com a presente invenção. O padrão de base de apoio corresponde a um padrão de equação de Vogel tendo 151 aberturas.

[0037] FIG. 29 é uma ilustração de uma modalidade de uma base de apoio com um padrão de vias em espiral; 34 vias em espiral externas e 8 vias em espiral internas, de acordo com a presente invenção. O padrão de base de apoio corresponde a um padrão de equação de Vogel tendo 251 aberturas.

[0038] FIG. 30 é uma ilustração de uma outra modalidade de uma base de apoio tendo um padrão de vias em espiral; 34 vias em espiral externos e 8 vias em espiral internas, de acordo com a presente invenção. O padrão de base de apoio corresponde a um padrão de equação de Vogel tendo 351 aberturas.

[0039] FIG. 31 é uma ilustração da modalidade de uma base de apoio tendo um padrão de vias em espiral; 34 vias em espiral externos e 8 vias em espiral internas, de acordo com a presente invenção. O padrão de base

de apoio corresponde a um padrão de equação de Vogel tendo 247 aberturas.

[0040] FIG. 32 é uma ilustração da modalidade de uma base de apoio tendo um padrão de vias em espiral; 34 vias em espiral externas e 8 vias em espiral internas, de acordo com a presente invenção. O padrão de base de apoio corresponde a um padrão de equação de Vogel tendo 346 aberturas.

[0041] FIG. 33 é uma ilustração da modalidade de uma base de apoio com um padrão de vias em espiral; 34 vias em espiral externas e 8 vias em espiral internas, de acordo com a presente invenção. O padrão de base de apoio corresponde a um padrão de equação de Vogel tendo 442 aberturas.

[0042] FIG. 34 é uma ilustração do lado abrasivo de uma modalidade de um abrasivo revestido tendo 151 aberturas, 150 aberturas ao redor de uma abertura central, de acordo com a presente invenção

[0043] FIG. 35 é uma ilustração do lado oposto da mesma modalidade mostrada na FIG.34.

[0044] FIG. 36 é uma ilustração do lado abrasivo de uma modalidade de um abrasivo revestido tendo 247 aberturas, 246 aberturas ao redor de uma abertura central, de acordo com a presente invenção

[0045] FIG. 37 é uma ilustração do lado oposto da mesma modalidade mostrada na FIG.36.

[0046] FIG. 36 é uma ilustração do lado abrasivo de uma modalidade de um abrasivo revestido tendo 251 aberturas, 250 aberturas ao redor de uma abertura central, de acordo com a presente invenção

[0047] FIG. 39 é uma ilustração do lado oposto da mesma modalidade mostrada na FIG.38.

[0048] FIG. 40 é uma ilustração do lado abrasivo de uma modalidade de um abrasivo revestido tendo 346 aberturas, 345 aberturas ao redor de uma abertura central, de acordo com a presente invenção

[0049] FIG. 41 é uma ilustração do lado oposto da mesma modalidade

mostrada na FIG.40.

[0050] FIG. 42 é uma ilustração do lado abrasivo de uma modalidade de um abrasivo revestido tendo 351 aberturas, 350 aberturas ao redor de uma abertura central, de acordo com a presente invenção

[0051] FIG. 43 é uma ilustração do lado oposto da mesma modalidade mostrada na FIG.42.

[0052] FIG. 44 é uma ilustração do lado abrasivo de uma modalidade de um abrasivo revestido tendo 442 aberturas, 441 aberturas ao redor de uma abertura central, de acordo com a presente invenção

[0053] FIG. 45 é uma ilustração do lado oposto da mesma modalidade mostrada na FIG.44.

[0054] FIG. 46 é uma ilustração de uma modalidade de uma base de apoio de único alinhamento (também chamado alinhamento de 2 dobras) tendo 34 vias em espiral externas e 8 vias em espiral internas, de acordo com a presente invenção.

[0055] FIG. 47 é uma ilustração de uma modalidade de uma base de apoio de alinhamento duplo (também chamado alinhamento de 4 dobras) tendo 68 vias em espiral externas e 8 vias em espiral internas, de acordo com a presente invenção.

[0056] FIG. 48 é uma ilustração de uma modalidade de um abrasivo revestido tendo 442 aberturas (441 em torno de uma abertura central) de acordo com a equação de Vogel, sobrepondo a base de apoio de alinhamento único da FIG. 46, em que o abrasivo revestido é girado 90 graus fora de fase com o apoio tal que nenhuma abertura do abrasivo revestido corresponda a nenhuma das espirais externas da base de apoio.

[0057] FIG. 49 é uma ilustração de uma modalidade de um abrasivo revestido tendo 442 aberturas (441 em torno de uma abertura central) de acordo com a equação de Vogel, sobrepondo a base de apoio de alinhamento único da FIG. 46, em que o abrasivo revestido é girado 180 graus fora de fase com o apoio tal que quase todas as aberturas do

abrasivo revestido correspondam a pelo menos uma das espirais externas da base de apoio.

[0058] FIG. 50 é uma ilustração de uma modalidade de um abrasivo revestido tendo 442 aberturas (441 em torno de uma abertura central) de acordo com a equação de Vogel, sobrepondo a base de apoio de alinhamento único da FIG. 46, em que o abrasivo revestido é girado 270 graus fora de fase com o apoio tal que nenhuma abertura do abrasivo revestido corresponda a nenhuma das espirais externas da base de apoio.

[0059] FIG. 51 é uma ilustração de uma modalidade de um abrasivo revestido tendo 442 aberturas (441 em torno de uma abertura central) de acordo com a equação de Vogel, sobrepondo a base de apoio de alinhamento único da FIG. 46, em que o abrasivo revestido é girado 0 graus fora de fase com o apoio tal que quase todas as aberturas do abrasivo revestido correspondam a pelo menos uma das espirais externas da base de apoio.

[0060] FIG. 52 é uma ilustração de uma modalidade de um abrasivo revestido tendo 442 aberturas (441 em torno de uma abertura central) de acordo com a equação de Vogel, sobrepondo a base de apoio de alinhamento duplo da FIG. 47, em que o abrasivo revestido é girado 45 graus fora de fase com o apoio tal que nenhuma abertura do abrasivo revestido corresponda a nenhuma das espirais externas da base de apoio.

[0061] FIG. 53 é uma ilustração de uma modalidade de um abrasivo revestido tendo 442 aberturas (441 em torno de uma abertura central) de acordo com a equação de Vogel, sobrepondo a base de apoio de alinhamento duplo da FIG. 47, em que o abrasivo revestido é girado 90 graus fora de fase com o apoio tal que quase todas as aberturas do abrasivo revestido correspondam a pelo menos uma das espirais externas da base de apoio.

[0062] FIG. 54 é uma ilustração de uma modalidade de um abrasivo revestido tendo 442 aberturas (441 em torno de uma abertura central) de

acordo com a equação de Vogel, sobrepondo a base de apoio de alinhamento duplo da FIG. 47, em que o abrasivo revestido é girado 135 graus fora de fase com o apoio tal que nenhuma abertura do abrasivo revestido corresponda a nenhuma das espirais externas da base de apoio.

[0063] FIG. 55 é uma ilustração de uma modalidade de um abrasivo revestido tendo 442 aberturas (441 em torno de uma abertura central) de acordo com a equação de Vogel, sobrepondo a base de apoio de alinhamento duplo da FIG. 47, em que o abrasivo revestido é girado 180 graus fora de fase com o apoio tal que quase todas as aberturas do abrasivo revestido correspondam a pelo menos uma das espirais externas da base de apoio.

[0064] FIG. 56 é uma ilustração de uma modalidade de um abrasivo revestido tendo 442 aberturas (441 em torno de uma abertura central) de acordo com a equação de Vogel, sobrepondo a base de apoio de alinhamento duplo da FIG. 47, em que o abrasivo revestido é girado 225 graus fora de fase com o apoio tal que nenhuma abertura do abrasivo revestido corresponda a nenhuma das espirais externas da base de apoio.

[0065] FIG. 57 é uma ilustração de uma modalidade de um abrasivo revestido tendo 442 aberturas (441 em torno de uma abertura central) de acordo com a equação de Vogel, sobrepondo a base de apoio de alinhamento duplo da FIG. 47, em que o abrasivo revestido é girado 270 graus fora de fase com o apoio tal que quase todas as aberturas do abrasivo revestido correspondam a pelo menos uma das espirais externas da base de apoio.

[0066] FIG. 58 é uma ilustração de uma modalidade de um abrasivo revestido tendo 442 aberturas (441 em torno de uma abertura central) de acordo com a equação de Vogel, sobrepondo a base de apoio de alinhamento duplo da FIG. 47, em que o abrasivo revestido é girado 315

graus fora de fase com o apoio tal que tal que nenhuma abertura do abrasivo revestido corresponda a nenhuma das espirais externas da base de apoio.

[0067] FIG. 59 é uma ilustração de uma modalidade de um abrasivo revestido tendo 442 aberturas (441 em torno de uma abertura central) de acordo com a equação de Vogel, sobrepondo a base de apoio de alinhamento duplo da FIG. 47, em que o abrasivo revestido é girado 0 graus fora de fase com o apoio tal que quase todas as aberturas do abrasivo revestido correspondam a pelo menos uma das espirais externas da base de apoio.

[0068] O uso dos mesmos símbolos de referência em desenhos diferentes indica itens semelhantes ou idênticos.

DESCRIÇÃO DETALHADA

[0069] Em uma modalidade, um artigo abrasivo é composto por um abrasivo revestido tendo uma pluralidade de orifícios (doravante igualmente denominado "perfurações" ou "aberturas"), disposta em um padrão, tendo uma distribuição controlada não-uniforme. O padrão de abertura pode ser qualquer padrão tendo uma distribuição não-uniforme controlada, incluindo um padrão radial, um padrão em espiral, um padrão filotáxico, um padrão assimétrico ou suas combinações. O padrão pode ser parcialmente, substancialmente, ou totalmente assimétrico. O padrão pode cobrir (ou seja, ser distribuído sobre) todo o artigo abrasivo, pode cobrir substancialmente todo o artigo abrasivo (ou seja, mais de 50% mas menos de 100%), pode cobrir várias porções do artigo abrasivo, ou pode cobrir apenas uma parte do artigo abrasivo.

[0070] Uma distribuição controlada "não-uniforme" significa que o padrão de abertura tem uma assimetria controlada (ou seja, uma aleatoriedade controlada), tal que, embora a distribuição das aberturas possa ser descrita por ou prevista por, por exemplo, um radial, espiral ou equação filotáxica, o padrão de abertura ainda apresenta pelo menos uma

assimetria de parcial a completa.

[0071] A assimetria controlada pode ser uma assimetria de reflexo controlada (também chamada simetria de espelho, simetria de linha e simetria bilateral), uma assimetria de rotação controlada, uma simetria translacional controlada, simetria de reflexão de deslizamento controlada ou suas combinações. Um exemplo de uma distribuição não uniforme pode ser demonstrado por um padrão de abertura radial, espiral, ou filotáxico tendo uma simetria rotacional de uma ordem de um, ou seja, que tal padrão de abertura não tem nenhuma simetria rotacional, porque o padrão de abertura repete-se apenas uma vez durante uma rotação de 360° sobre seu centro. Em outras palavras, se duas cópias do mesmo exato padrão forem colocadas diretamente uma sobre a outra e uma cópia for mantida constante enquanto a segunda cópia é girada 360° sobre seu centro, todas as aberturas de ambas as cópias entram em uma única vez em alinhamento durante a rotação de 360° .

[0072] Normalmente, todas as aberturas de um padrão de abertura (ou seja, o padrão inteiro) terão uma assimetria controlada. No entanto, é contemplado que padrões de abertura de acordo com as presentes modalidades também incluem padrões de abertura, onde apenas uma parte do número total de aberturas do padrão de abertura (ou seja, uma parte do padrão) possui uma assimetria controlada. Tal pode ocorrer, por exemplo, combinando, ou substituindo, uma parte de um padrão uniformemente distribuído, ou um padrão completamente aleatório, com um padrão tendo controlado uma distribuição não-uniforme controlada, tal que apenas uma parte das aberturas do padrão resultante de abertura tem uma distribuição não-uniforme controlada. A parte das aberturas totais que têm um controlado não-uniforme pode ser quantificada como um número discreto, ou como uma fração, percentual ou razão do número total de aberturas do padrão de abertura. Em uma modalidade, pelo menos 50%, pelo menos, 55%, pelo menos 60%, pelo menos 65%, pelo menos 70%, pelo menos

80%, pelo menos 85%, pelo menos 90%, pelo menos 95%, pelo menos 96%, pelo menos 97%, pelo menos 98%, pelo menos 99%, pelo menos 99,5%, pelo menos 99,9% das aberturas do padrão de abertura possui uma assimetria controlada. A porção de aberturas do padrão abertura possuindo uma assimetria controlada pode ser dentro de um intervalo que inclui qualquer par dos limites superiores e inferiores anteriores. Em uma determinada modalidade, de aproximadamente 50% a aproximadamente 99,9%, de aproximadamente 60% a aproximadamente 99,5%, de aproximadamente 75% a aproximadamente 99% do padrão de abertura possui uma distribuição controlada não-uniforme.

[0073] Em outra modalidade, o padrão de abertura possui assimetria controlada ao longo de pelo menos aproximadamente 5 aberturas, pelo menos aproximadamente 10 aberturas, pelo menos aproximadamente 15 aberturas, pelo menos aproximadamente 20 aberturas, pelo menos aproximadamente 25 aberturas ou pelo menos aproximadamente 50 aberturas. Em outra modalidade, o padrão de abertura possui assimetria controlada não maior do que aproximadamente 100.000 aberturas, não maior do que aproximadamente 10.000 aberturas, não maior do que aproximadamente 5.000 aberturas, não maior do que aproximadamente 2.500 aberturas, não maior do que aproximadamente 1.000 aberturas, não maior do que aproximadamente 750 aberturas, ou não maior do que aproximadamente 500 aberturas. O número de aberturas possuindo uma assimetria controlada pode ser dentro de um intervalo que inclui qualquer par dos limites superiores e inferiores anteriores.

[0074] Como declarado acima, um padrão de abertura desta modalidade pode ser qualquer padrão tendo uma distribuição não-uniforme controlada, incluindo um padrão radial, um padrão em espiral, um padrão filotáxico, um padrão assimétrico ou suas combinações. Um padrão radial pode ser qualquer padrão que pareça irradiar de um ponto central, tais como raios do centro de uma roda.

[0075] Em uma modalidade, um padrão em espiral pode ser qualquer curva, ou conjunto de curvas, que emana de um ponto central no artigo abrasivo e estende-se progressivamente mais longe conforme ele gira em torno do ponto central. O ponto central pode ser localizado no ou perto do centro do artigo abrasivo, ou alternativamente, longe do centro do artigo abrasivo. Pode haver uma espiral simples ou múltiplas espirais (ou seja, uma pluralidade de espirais). As espirais podem ser discretas ou contínuas, separadas ou se juntas. Espirais separadas podem emanar de diferentes pontos centrais (ou seja, caem espiral tem seu próprio ponto central), pode emanar de um ponto central comum (ou seja, caem espiral compartilha um ponto central), ou suas combinações. Os padrões em espiral podem incluir: uma espiral de Arquimedes; uma espiral de Euler, uma espiral de Cornu ou clotóide; uma espiral de Fermat; uma espiral hiperbólica; uma espiral de lituus; uma espiral logarítmica; uma espiral de Fibonacci; uma espiral áurea; ou suas combinações.

[0076] Em uma modalidade, o padrão pode ser um padrão filotáxico. Como usado aqui, "um padrão filotáxico" significa um padrão relacionado à filotaxia. Filotaxia é o arranjo dos órgãos laterais tais como folhas, flores, escalas, flósculos e sementes em muitos tipos de plantas. Muitos padrões filotáxicos são marcados pelo fenômeno natural de padrões conspícuos com arcos e espirais. O padrão de sementes na cabeça de um girassol é um exemplo desse fenômeno. Conforme mostrado na FIG. 2 e na FIG. 3, vários arcos ou espirais, também chamadas parastíquia, podem ter sua origem em um ponto central (C) e viajam para fora, enquanto outras espirais se originam para preencher as lacunas deixadas pela espiral interna. Ver Estudo Sistemático A de Filotaxia de Jean na morfogênese da planta na p. 17. Frequentemente, os arranjos com padrão em espiral podem ser vistos irradiando para o exterior no sentido horário e anti-horário. Conforme mostrado na FIG. 3, estes tipos de padrões têm pares de parastíquia visivelmente opostos que podem ser indicados por (m, n), onde

o número de espirais ou arcos a uma distância desde o ponto central irradiando no sentido horário é "m" e o número de espirais ou arcos irradiando no sentido anti-horário é "n". Além disso, o ângulo entre duas espirais consecutivas ou arcos em seu centro é chamado o ângulo de divergência "d". Foi surpreendentemente descoberto pelos inventores que padrões filotáxicos são úteis na criação de novos padrões de abertura para artigos abrasivos, em particular artigos abrasivos revestidos.

[0077] Em uma modalidade, o padrão de abertura tem um número de espirais no sentido horário e um número de espirais no sentido anti-horário, em que o número de espirais no sentido horário e o número de espirais no sentido anti-horário são números de Fibonacci ou múltiplos de números de Fibonacci. Em uma determinada modalidade, o número de espirais no sentido horário e o número de espirais no sentido anti-horário é, como um par (m, n): (3, 5), (5, 8), (8, 13), (13, 21), (21, 34) (34, 55), (55, 89), (89, 144) ou um múltiplo de tais pares. Em outra modalidade, o número de espirais no sentido horário e o número de espirais no sentido anti-horário são números de Lucas ou múltiplos de números de Lucas. Em uma determinada modalidade, o número de espirais no sentido horário e o número de espirais no sentido anti-horário é, como um par (m, n): (3, 4), (4, 7), (7, 11), (11, 18), (18, 29), (29, 47), (47, 76), ou (76, 123), ou um múltiplo de tais pares. Em outra modalidade, o número de espirais no sentido horário e o número de espirais no sentido anti-horário são quaisquer números em uma relação que converge na razão áurea, onde a razão áurea é igual à soma de um mais a raiz quadrada de cinco, dividido por dois $(1 + \sqrt{5}) / 2$, que é aproximadamente igual a 1.6180339887. Em uma modalidade particular, a razão entre as espirais no sentido horário para as espirais no sentido anti-horário é aproximadamente igual a razão áurea.

[0078] Como já mencionado acima, tem sido observado na natureza que as sementes da planta do girassol são dispostas em um padrão filotáxico em espiral. Em uma modalidade, o padrão de abertura é um

padrão de girassol.

[0079] O padrão de girassol tem sido descrito pelo modelo de Vogel, que é um tipo de "Espiral de Fibonacci", ou uma espiral em que o ângulo de divergência entre pontos sucessivos é um ângulo fixo de Fibonacci que aproxima o ângulo áureo, que é igual a 137.508°.

[0080] A FIG. 4 ilustra o modelo de Vogel, que é:

$$\varphi = n * \alpha, \quad r = c\sqrt{n} \quad (\text{Eq. 1})$$

onde:

n é o número de pedidos de um flósculo, contando-se do centro para fora;

φ é o ângulo entre uma direção de referência e um vetor de posição do *enésimo* flósculo em um sistema de coordenadas polares, originando-se no centro do capítulo, tal que o ângulo de divergência entre os vetores posição de quaisquer dois flósculos sucessivos é um ângulo constante, e com relação ao padrão girassol, a 137.508°;

r é a distância entre o centro do capítulo e o centro do *enésimo* flósculo; e

c é um fator de escala constante.

[0081] Em uma modalidade, o padrão de abertura é descrito pelo modelo de Vogel ou uma variação do modelo de Vogel. Em uma modalidade particular, o padrão de abertura é descrito pelo modelo de Vogel onde:

n é o número de ordem de uma abertura, contando-se para fora do centro do padrão de abertura;

φ é o ângulo entre uma direção de referência e um vetor de posição da *enésima* abertura em um sistema de coordenadas polares, originando-se no centro do padrão de abertura, tal que o ângulo de divergência entre os vetores posição de quaisquer duas aberturas sucessivas é um ângulo constante α ;

r é a distância entre o centro do padrão de abertura e o centro da

enésima abertura; e

c é um fator de escala constante.

[0082] Como indicado acima, todos, substancialmente todos, ou uma porção das aberturas do padrão de abertura será descrita pelo (ou seja, de acordo com) modelo de Vogel. Em uma modalidade, todas as aberturas do padrão de abertura são descritas pelo modelo de Vogel. Em outra modalidade pelo menos 50%, pelo menos 60%, pelo menos 70%, pelo menos 80%, pelo menos 90%, pelo menos 95%, pelo menos 99% das aberturas é descrito pelo modelo de Vogel.

[0083] Os inventores surpreendentemente descobriram que padrões filotáxicos são úteis na criação de novos padrões de abertura que melhoram o desempenho dos artigos abrasivos, incluindo artigos abrasivos fixos, tais como artigos abrasivos ligados e artigos abrasivos revestidos. Em especial, padrões filotáxicos são úteis na criação de novos padrões de abertura para artigos abrasivos revestidos. Padrões de abertura filotáxicos ajudam a resolver os problemas concorrentes para alcançar uma alta taxa de remoção de material de superfície enquanto ainda atinge uma qualidade aceitável de superfície, reduzindo a quantidade de carregamento de aparas na superfície abrasiva e mantendo uma alta durabilidade e vida útil longa do abrasivo. Isto é surpreendente, em parte, pelo menos nos seguintes aspectos. Primeiro, os padrões de abertura filotáxicos das presentes modalidades inesperadamente fornecem cobertura de remoção de aparas superior e têm uma distribuição mais completa dos locais de extração de aparas (ou seja, aberturas) sobre a face do abrasivo em comparação com padrões de abertura de abrasivo do estado da técnica, mesmo quando tendo uma área de abertura total inferior à área de abertura total de um padrão de abertura do estado da técnica. Segundo os padrões de abertura filotáxicos das presentes modalidades inesperadamente fornecem pelo menos desempenho do abrasivo comparável a superior (por exemplo, corte de material acumulado) em comparação com padrões de abertura do

estado da técnica, com e sem aplicação de vácuo, mesmo quando a área total do abrasivo é inferior aos padrões de abertura do estado da técnica. Terceiro, padrões filotáxicos das presentes modalidades inesperadamente podem fornecer um aumento da área do abrasivo em comparação com padrões de abertura do estado da técnica mesmo enquanto ainda fornecendo cobertura de abertura que é mais completa do que os padrões de abertura do estado da técnica. Além disso, como discutido em mais detalhes posteriormente a aplicação, a eficácia e o desempenho das presentes modalidades podem ser ainda mais reforçadas quando emparelhadas com uma base de apoio cooperativa e sistema de vácuo.

[0084] Será apreciado que importantes aspectos do projeto de design do padrão de abertura para artigos abrasivos revestidos incluam a porcentagem da área total de superfície abrasiva, a porcentagem da área total dedicada para as aberturas (ou seja, a área de abertura); a razão entre a área de superfície abrasiva e a área de abertura, a cobertura de área de abertura prevista do artigo abrasivo está em uso (por exemplo, rotação em uma lixadeira orbital, oscilação em uma lixadeira de folha, movimento lateral contínuo em uma lixadeira de rolos), o fator de escala, o número de aberturas, o ângulo de divergência entre as aberturas, o tamanho das aberturas, a distância entre aberturas adjacentes e a distância entre as aberturas mais externas e a borda ou bordas do artigo abrasivo revestido.

[0085] Tamanhos de discos abrasivos

[0086] Há vários tamanhos de abrasivos que são comumente usados na indústria e por consumidores comerciais que normalmente variam de aproximadamente frações de uma polegada de diâmetro até pés de diâmetro. Os presentes padrões de abertura são adequados para uso em abrasivos de qualquer tamanho, incluindo vários tamanhos padrão de discos abrasivos (por exemplo, 3 polegadas a 20 polegadas). Em uma modalidade, o artigo abrasivo é um disco circular com um diâmetro de pelo menos aproximadamente 0,25 polegadas, pelo menos aproximadamente

0,5 polegadas, pelo menos aproximadamente 1,0 polegada, pelo menos aproximadamente 1,5 polegadas, pelo menos aproximadamente 2,0 polegadas, pelo menos aproximadamente 2,5 polegadas ou pelo menos aproximadamente 3,0 polegadas. Em outra modalidade, o artigo abrasivo é um disco circular, de diâmetro não maior do que aproximadamente 72 polegadas, não maior do que aproximadamente 60 polegadas, não maior do que aproximadamente 48 polegadas, não maior do que aproximadamente 36 polegadas, não maior do que aproximadamente 24 polegadas, não maior do que aproximadamente 20 polegadas, não maior do que aproximadamente 18 polegadas, não maior do que aproximadamente 12 polegadas, não maior do que aproximadamente 10 polegadas, não maior do que aproximadamente 9 polegadas, não maior do que aproximadamente 8 polegadas, não maior do que aproximadamente 7 polegadas, ou não maior do que aproximadamente 6 polegadas. Em outra modalidade, o artigo abrasivo tem um tamanho na faixa de aproximadamente 0,5 polegadas de diâmetro a aproximadamente 48 polegadas de diâmetro, aproximadamente 1,0 polegada de diâmetro a aproximadamente 20 centímetros de polegadas, aproximadamente 1,5 polegadas de diâmetro a aproximadamente 12 polegadas de diâmetro.

[0087] Área de superfície total potencial

[0088] O tamanho e forma do artigo abrasivo determina a área de superfície total potencial do artigo abrasivo. Por exemplo, um disco abrasivo de 1 polegada de diâmetro tem uma área total de superfície potencial de 0,7854 pol². Como outro exemplo, uma folha abrasiva retangular medindo 2 polegadas por 3 polegadas teria uma área de superfície total potencial de 6 pol².

[0089] Área de abertura total

[0090] A área de abertura total afeta a quantidade de extração de aparas. Normalmente, à medida que aumenta a quantidade de área de abertura, a quantidade de extração de aparas aumenta, o que tende a

manter, ou às vezes melhorar a taxa de remoção de material abrasivo do artigo (ou seja, taxa de "corte") durante o uso. No entanto, aumentando a quantidade de área de abertura também diretamente reduz a quantidade de área disponível abrasiva, que, a certa altura, irá reduzir a taxa de remoção de material. Em uma modalidade, a área de abertura total é igual à soma da área de todas as aberturas na face o artigo abrasivo. Em uma modalidade, a área de abertura total é no máximo aproximadamente 0,5% da área total da superfície potencial para o artigo abrasivo, pelo menos aproximadamente 0,75%, pelo menos aproximadamente 1,0%, pelo menos aproximadamente 1,25%, pelo menos aproximadamente 1,5%, pelo menos aproximadamente 1,75%, pelo menos aproximadamente 2,0%, pelo menos aproximadamente 2,25%, pelo menos aproximadamente 2,5%, ou pelo menos aproximadamente 3,0%. Em outra modalidade, a área de abertura total não é maior do que aproximadamente 50%, não maior do que aproximadamente 45%, não maior do que aproximadamente 40%, não maior do que aproximadamente 35%, não maior do que aproximadamente 30%, não maior do que aproximadamente 25%, não maior do que 20%, não maior do que aproximadamente 15%, ou não maior do que aproximadamente 12%. A quantidade de área de abertura total pode estar dentro de um intervalo que inclui qualquer par dos limites superiores e inferiores anteriores. Em outra modalidade, a área de abertura total varia de aproximadamente 0,5% a aproximadamente 35%, aproximadamente 1,0% a aproximadamente 25%, aproximadamente 1,5% a aproximadamente 15%, ou aproximadamente 2,0% a aproximadamente 10%. Em uma determinada modalidade, a quantidade de área de abertura total é na faixa de aproximadamente 2,5% a aproximadamente 10%. A abertura total pode ser considerada como uma quantidade discreta ao invés de uma porcentagem. Por exemplo, um disco abrasivo de cinco polegadas pode ter uma área de abertura total variando de aproximadamente 0,0982 pol² a aproximadamente 9,8175 pol².

[0091] Área total de superfície abrasiva

[0092] A área total da superfície abrasiva afeta a quantidade de material de superfície removido. Normalmente, conforme a quantidade de área de superfície abrasiva total é aumentada, a quantidade de material removido de superfície é aumentada. Também normalmente, conforme a quantidade de material removido de superfície é aumentada, a tendência para aparas acumularem é aumentada e a aspereza da superfície tende a aumentar. Em uma modalidade, a área total de superfície abrasiva do abrasivo revestido é igual à superfície potencial total do artigo abrasivo (ou seja, a área de superfície abrasiva se não houvesse aberturas) menos a área de abertura total (ou seja, a soma da área de todas as aberturas). Assim, a quantidade de área total da superfície abrasiva pode variar de aproximadamente 50% a aproximadamente 99,5% da área potencial da superfície total, dependendo da quantidade de área de abertura pretendida. Por exemplo, um disco abrasivo de cinco polegadas pode ter uma área de superfície abrasiva total variando de aproximadamente 9,8175 pol² a aproximadamente 19,5368 pol².

[0093] Razão de área de abertura total para a área de superfície total abrasiva

[0094] Em uma modalidade, a razão de área de abertura total para a área total de superfície abrasiva é pelo menos aproximadamente 1:199, pelo menos aproximadamente 1:99, pelo menos aproximadamente 1:65.7; pelo menos aproximadamente 1:49, ou pelo menos aproximadamente 1:39. Em outra modalidade, a razão da área de abertura total para a área abrasiva total não é maior do que aproximadamente 1:1:9, não maior do que aproximadamente 1:2:0, não maior do que aproximadamente 1:2:3, não maior do que aproximadamente 1:3:0, não maior do que aproximadamente 1:3.5, não maior do que aproximadamente 1:4:0, não maior do que 1:5:7, não maior do que aproximadamente 1:9:0. A razão da área de abertura total para a área abrasiva total pode estar dentro de um intervalo que inclui

qualquer par dos limites superiores e inferiores anteriores. Em outra modalidade, a razão de área de abertura total para a área abrasiva total varia de aproximadamente 1:99 a aproximadamente 1:1.9, aproximadamente 1:65,7 a aproximadamente 1:2.-0, aproximadamente 1:39,0 a aproximadamente 1:3.0, ou aproximadamente 1:32.3 a aproximadamente 1:5.7. Em uma determinada modalidade, a razão da área de abertura total para a área total de superfície abrasiva é na faixa de aproximadamente 1:65,7 a 1:9,0.

[0095] Número de aberturas

[0096] O número de aberturas influencia a quantidade total de área de abertura e a quantidade de área total abrasiva. Além disso, o número de aberturas afeta a densidade e a distribuição da cobertura de abertura na superfície do artigo abrasivo, que por sua vez diretamente afeta a eficiência de extração de aparas do artigo abrasivo. Em uma modalidade, o número de aberturas é pelo menos aproximadamente 5, pelo menos aproximadamente 10, pelo menos aproximadamente 15; pelo menos aproximadamente 18, ou pelo menos aproximadamente 21. Em outra modalidade, o número de aberturas não é maior do que aproximadamente 100.000 não maior do que aproximadamente 50.000, não maior do que aproximadamente 10.000, não maior do que aproximadamente 1.000, não maior do que aproximadamente 800, não maior do que aproximadamente 750, não maior do que aproximadamente 600, não maior do que aproximadamente 550. O número de aberturas pode ser dentro de um intervalo que inclui qualquer par dos limites superiores e inferiores anteriores. Em outra modalidade, o número de aberturas varia de aproximadamente 21 a aproximadamente 10.000; aproximadamente 25 a aproximadamente 1.000; aproximadamente 30 a aproximadamente 750; ou aproximadamente 35 a aproximadamente 550. Em uma determinada modalidade, o número de aberturas é na faixa de aproximadamente 21 a aproximadamente 550.

[0097] Ângulo de divergência

[0098] Aumentando ou diminuindo o ângulo de divergência□ afeta como as aberturas são colocadas dentro do padrão e a forma das espirais no sentido horário e no sentido anti-horário. O ângulo de divergência é igual a 360° dividido por um valor constante ou variável, assim, o ângulo de divergência pode ser um valor constante ou pode variar. Tem sido observado que pequenas alterações no ângulo de divergência pode alterar significativamente o padrão de abertura. FIG. 5a, FIG. 5b e FIG. 5C mostram padrões filotáxicos que diferem apenas no valor do ângulo de divergência. O ângulo de divergência para FIG. 5a é $137,3^\circ$. O ângulo de divergência para FIG. 5b é $137,5^\circ$. O ângulo de divergência para FIG. 5C é $137,6^\circ$. Em uma modalidade, o ângulo de divergência é pelo menos aproximadamente 30° , pelo menos aproximadamente 45° , pelo menos, aproximadamente 60° ; pelo menos aproximadamente 90° , ou pelo menos aproximadamente 120° . Em outra modalidade, o ângulo de divergência é menor do que 180° , não maior do que aproximadamente 150° . O ângulo de divergência pode estar dentro de um intervalo que inclui qualquer par dos limites superiores e inferiores anteriores. Em outra modalidade, o ângulo de divergência varia de aproximadamente 90° a aproximadamente 179° , aproximadamente 120° a aproximadamente 150° , aproximadamente 130° a aproximadamente 140° , ou aproximadamente 135° a aproximadamente 139° . Em uma modalidade, o ângulo de divergência é determinado dividindo 360° por um número irracional. Em uma determinada modalidade, o ângulo de divergência é determinado dividindo 360° pela razão áurea. Em uma determinada modalidade, o ângulo de divergência está na faixa de aproximadamente 137° a aproximadamente 138° , como aproximadamente $137,5^\circ$ a cerca $137,6^\circ$, como aproximadamente $137,50^\circ$ a cerca $137,51^\circ$. Em uma determinada modalidade, o ângulo de divergência é $137,508^\circ$.

[0099] Distância da borda do abrasivo

[00100] Dependendo da geometria do artigo abrasivo e seu uso pretendido, as dimensões totais do padrão de abertura podem ser determinadas. A distância entre o centro do padrão para as aberturas mais externas pode se estender a uma distância coincidente com a extremidade do artigo abrasivo. Assim, as bordas das aberturas mais externas podem se estender para ou se cruzarem com a borda do artigo abrasivo. Alternativamente, a distância entre o centro do padrão até as aberturas mais externas pode se estender a uma distância que permite que uma certa quantidade de espaço entre as bordas das aberturas mais externas e a borda do artigo abrasivo esteja livre de aberturas. A distância mínima das bordas das aberturas mais externas pode especificada conforme desejado. Em uma modalidade, as distancias mínimas das bordas das aberturas mais externas até a borda externa do artigo abrasivo é uma distância específica, identificada como um comprimento discreto, ou como porcentagem do comprimento da face do artigo abrasivo sobre a qual o padrão de abertura aparece. Em uma modalidade, a distância mínima das bordas das aberturas mais externas até a borda externa do artigo abrasivo pode ser pelo menos zero (ou seja, a borda das aberturas mais externas cruzam ou são co-terminus com a borda do artigo abrasivo) que variam de aproximadamente 15% do comprimento da face do artigo abrasivo.

[00101] Tamanho das Aberturas

[00102] O tamanho das aberturas é determinado, pelo menos em parte, pela quantidade total desejada de área de abertura para o artigo abrasivo. O tamanho das aberturas pode ser constante durante todo o padrão ou pode variar dentro do padrão. Em uma modalidade, o tamanho das aberturas é constante. Em outra modalidade, o tamanho das aberturas varia com a distância entre as aberturas do centro do padrão.

[00103] Fator de escala

[00104] O fator de escala influencia o tamanho geral e dimensões do padrão de abertura. O fator de escala pode ser ajustado para que as

bordas das aberturas mais externas estejam dentro de uma distância desejada da borda externa do artigo abrasivo.

[00105] Distância entre as aberturas adjacentes mais próximas

[00106] Juntamente com consideração pelo número e tamanho das aberturas, a distância entre os centros das aberturas adjacentes mais próximas pode ser determinada. A distância entre os centros de qualquer duas aberturas é uma função das outras considerações do design de abertura. Em uma modalidade, a menor distância entre o centro de quaisquer duas aberturas nunca é repetida (ou seja, o espaçamento de buraco-a-buraco nunca é a mesma distância exata). Este tipo de espaçamento é também um exemplo de assimetria controlada.

[00107] Cobertura do padrão de abertura - quantidades aceitáveis de anomalias

[00108] Será evidente que um padrão de abertura não precisa ser aplicado a um artigo abrasivo na íntegra ou de forma contínua. Porções de um padrão de abertura podem ser aplicados ou ignorados tal que diversas divisões ou setores da face do artigo abrasivo não suportam o padrão de abertura completo. Em uma modalidade, um meio, um terço, um quarto, um quinto, um sexto, um oitavo, um décimo do padrão de abertura pode ser ignorado. Em outra modalidade, o padrão de abertura pode ser aplicado para apenas uma ou mais regiões anulares concêntricas do artigo abrasivo. Em outra modalidade, é possível ignorar uma ou mais das aberturas que normalmente aparecem na série de aberturas ao longo de arcos individuais ou braços em espiral do padrão de abertura. Em uma modalidade, cada enésima abertura, ou múltiplo de cada enésima abertura poderia ser ignorado. Em outra modalidade, aberturas individuais, grupos de aberturas ou aberturas de acordo com uma série numérica específica podem ser ignoradas. Por outro lado, também é possível incluir uma certa quantidade de aberturas adicionais ao padrão de abertura. A adição ou a subtração de aberturas pode ser considerada anomalias ao padrão de abertura, e uma

certa quantidade de anomalias para o padrão, mais ou menos, pode ser aceitável. Em uma modalidade, uma quantidade aceitável de anomalias para o padrão de abertura pode variar de 0,1% a 10% da área total de abertura do artigo abrasivo.

[00109] Forma das aberturas

[00110] A quantidade de cobertura pode ser influenciada pela forma das aberturas. A forma das aberturas pode ser regular ou irregular. Em uma modalidade, a forma das aberturas pode ser sob a forma de fendas, polígonos regulares, polígonos irregulares, elipsoides, círculos, arcos, espirais, canais ou suas combinações. Em uma determinada modalidade, as aberturas têm a forma de um círculo. Em outra modalidade, a forma da abertura pode ser sob a forma de um ou mais fendas, onde se cruzam várias fendas. FIG. 6A-F mostra exemplos de tais aberturas em forma de fenda. As fendas estão configuradas tal que se um vácuo é aplicado à parte traseira do artigo abrasivo, as abas criadas pelas fendas dobrarão, criando aberturas abertas, parecidas a polígonos, que podem ter bordas ligeiramente arqueadas. Acredita-se que remoção de aparas será promovida pela dobra para trás de abas, porque guiará aparas diretamente ao sistema de vácuo e impedirá o arrastamento das aparas em quaisquer camadas fibrosas abertas, como camadas de material de gancho e laço, que podem ser anexadas à parte traseira do artigo abrasivo.

[00111] Método de fabricação - Aberturas

[00112] As aberturas podem ser criadas através de técnicas de conversão padrão, incluindo estamparia, corte, corte a laser ou suas combinações. Em uma modalidade, as aberturas são cortadas. Em outra modalidade, as aberturas são cortadas a laser.

[00113] Forma do artigo abrasivo

[00114] A forma do artigo abrasivo pode ser qualquer forma que acomodará o padrão de abertura pretendido e vai ser ditada pelo processo abrasivo pretendido e materiais de construção. Em uma modalidade, o

artigo abrasivo é um artigo abrasivo ligado. Em outra modalidade, o artigo abrasivo é um artigo abrasivo revestido. Em uma modalidade particular, o artigo abrasivo é um de uma folha, cinto ou disco circular.

[00115] A FIG. 1 mostra uma vista superior de uma modalidade de um artigo abrasivo revestido 100 com uma pluralidade de aberturas 101 dispostas em um padrão tendo uma distribuição não-uniforme. O abrasivo revestido é em forma de um disco circular substancialmente planar (ou seja, geralmente plano).

[00116] A FIG. 7 mostra uma visão lateral de um artigo abrasivo revestido 700, incluindo um revestimento protetor 701 tendo uma primeira superfície principal 703 e uma segunda superfície principal 705. Uma camada abrasiva 707 é disposta na primeira superfície principal do apoio. A camada de abrasiva pode abranger várias camadas, incluindo uma camada de ligante 709, também chamado um primeiro revestimento. Uma pluralidade de grãos abrasivos 711 pode ser dispersa dentro, penetrando em ou descansando sobre a camada de ligante ou suas combinações. Um padrão de aberturas 713 (ou seja, buracos) perfura todas as camadas do artigo abrasivo. Um segundo revestimento 715, opcionalmente, pode ser disposto na camada de ligante. Um terceiro revestimento (não mostrado) pode ser disposto sobre o segundo revestimento. Um revestimento traseiro 717 pode ser disposto na segunda superfície principal (ou seja, parte de trás) da camada traseira. Uma camada de fixação 719 pode ser disposta sobre o revestimento traseiro, ou alternativamente pode ser diretamente disposta no segundo lado principal do apoio. Em uma modalidade particular, o artigo abrasivo revestido 700, opcionalmente, pode ser anexado a um sistema de vácuo ou um Base de apoio (não mostrado).

[00117] Apoio

[00118] O apoio 701 pode ser flexível ou rígido. O apoio pode ser feito de qualquer número de vários materiais, incluindo os convencionalmente utilizados como apoios na fabricação de abrasivos revestidos. Um apoio

flexível exemplar inclui uma película polimérica (por exemplo, uma película escorvada), tais como película de poliolefina (por exemplo, polipropileno incluindo polipropileno biaxialmente orientado), película de poliéster (por exemplo, polietileno tereftalato), película de poliamida ou película de éster de celulose; folha de metal; malha; espuma (e.g., material esponjoso natural ou espuma de poliuretano); tecido (por exemplo, tecido feito de fibras ou iname, composto por poliéster, nylon, seda, algodão, poli- algodão ou viscose); papel; papel vulcanizado; borracha vulcanizada; fibra vulcanizada; materiais não tecidos; uma combinação dos mesmos; ou uma versão tratada dos mesmos. Apoios de pano podem ser tecidos ou costuras ligadas. Em exemplos particulares, o apoio é selecionado do grupo constituído por papel, película de polímero, tecido, algodão, poli- algodão, viscose, poliéster, poli-nylon, borracha vulcanizada, fibra vulcanizada, folha de metal e uma combinação dos mesmos. Em outros exemplos, o apoio inclui a película do polipropileno ou película de polietileno tereftalato (PET).

[00119] O apoio 701 opcionalmente pode ter pelo menos um de um saturante, uma camada de base ou uma camada posterior. A finalidade dessas camadas é tipicamente selar o apoio ou proteger os fios ou fibras no apoio. Se o apoio é um material de pano, pelo menos uma dessas camadas é normalmente usada. A adição da camada de base ou camada posterior pode adicionalmente resultar em uma superfície "mais lisa" na frente ou atrás do apoio. Outras camadas opcionais conhecidas na técnica também podem ser usadas (por exemplo, um adesivo, ver U.S. Pat. No. 5.700.302 (Stoetzel et al.), cuja divulgação relevante é incorporada por referência aqui.

[00120] Um material antiestático pode ser incluído em um material de tratamento de pano. A adição de um material antiestático pode reduzir a tendência do artigo abrasivo revestido a acumular eletricidade estática ao lixar madeira ou materiais tipo madeira. Detalhes adicionais sobre apoios

antiestáticos e tratamentos de apoio podem ser encontrados em, por exemplo, U.S. Pat. N^os 5.108.463 (Buchanan et al.); 5.137.542 (Buchanan et al.); 5.328.716 (Buchanan); e 5.560.753 (Buchanan et al.), cujas divulgações são incorporadas aqui por referência.

[00121] O apoio pode ser um termoplástico reforçado fibroso, tais como descrito, por exemplo, em U.S. Pat. N^o 5.417.726 (Stout et al.), ou um cinto sem costura sem extremidade, como descrito, por exemplo, em U.S. Pat. N^o 5.573.619 (Bento et al.), cujas divulgações são incorporadas aqui por referência. Do mesmo modo, o apoio pode ser um substrato polimérico com hastes enganchadas que se projetam daí, como descrito, por exemplo, na U.S. Pat. N^o 5.505.747 (Chesley et al), cuja divulgação é incorporada aqui por referência. Da mesma forma, o apoio pode ser uma tela de laço como descrito, por exemplo, em U.S. Pat. N^o 5.565.011 (Follett et al), cuja divulgação é incorporada aqui por referência.

[00122] Camada abrasiva

[00123] A camada abrasiva 707 pode ser formada de uma ou mais camadas e uma pluralidade de grãos abrasivos. Por exemplo, a camada abrasiva inclui um primeiro revestimento 709 e opcionalmente pode incluir um primeiro segundo revestimento 715 ou um primeiro terceiro revestimento. Camadas abrasivas geralmente incluem grãos abrasivos 711 dispostos em, incorporados dentro, dispersos, ou combinações deles, em um ligante.

[00124] Grãos Abrasivos

[00125] Os grãos abrasivos 711 podem incluir essencialmente materiais inorgânicos monofásicos, tais como alumina, carbetto de silício, sílica, óxido de cério, e grãos mais duros, superabrasivos de alto desempenho tais como o nitreto cúbico de boro e diamante. Além disso, os grãos abrasivos podem incluir materiais de partículas compósitas. Tais materiais podem incluir agregados, que podem ser formados através de vias de processamento de pasta que incluem a remoção da transportadora

líquida através da volatilização ou evaporação, deixando para trás agregados verdes, opcionalmente seguidos de um tratamento a alta temperatura (ou seja, queima) para formar agregados úteis. Além disso, as regiões abrasivas podem incluir abrasivos processados, incluindo macroestruturas e estruturas tridimensionais particulares.

[00126] Em uma modalidade exemplar, os grãos abrasivos são misturados com a formulação de ligante para formar a pasta abrasiva. Alternativamente, os grãos abrasivos são aplicados sobre a formulação de ligante após a formulação do ligante ser revestida no apoio. Opcionalmente, um pó funcional pode ser aplicado sobre as regiões abrasivas para evitar que as regiões abrasivas sejam aderidas a um ferramental de padronização. Alternativamente, padrões podem ser formados nas regiões abrasivas ausente o pó funcional.

[00127] Os grãos abrasivos podem ser formados de qualquer um ou uma combinação de grãos abrasivos, incluindo sílica, alumina (fundida ou sinterizada), zircônia, óxidos de zircônia/alumina, carbeto de silício, granada, diamante, nitreto cúbico de boro, nitreto de silício, óxido de cério, dióxido de titânio, diboreto de titânio, carboneto de boro, óxido da lata, carboneto de tungstênio, carboneto de titânio, óxido de ferro, óxido de cromo, sílex, esmeril. Por exemplo, os grãos abrasivos podem ser selecionados de um grupo constituído por sílica, alumina, zircônia, carboneto de silício, nitreto de silício, nitreto de boro, granada, diamante, alumina zircônia co fundida, óxido de cério, diboreto de titânio, carboneto de boro, sílex, esmeril, nitreto de alumina e uma mistura deles. Modalidades particulares foram criadas pelo uso de grãos abrasivos densos, compostos principalmente de alfa-alumina.

[00128] O grão abrasivo também pode ter uma forma específica. Um exemplo de tal forma inclui uma haste, um triângulo, uma pirâmide, um cone, uma esfera sólida, uma esfera oca ou algo parecido. Alternativamente, o grão abrasivo pode ser em forma aleatoriamente.

[00129] Em uma modalidade, os grãos abrasivos podem ter um tamanho de grão médio não maior do que 800 microns, tais como não maior do que aproximadamente 700 microns, não maior que 500 microns, não maior do que 200 microns, ou não maior do que 100 microns. Em outra modalidade, o tamanho de grão abrasivo é pelo menos 0,1 microns, pelo menos de 0,25 microns, ou pelo menos 0,5 microns. Em outra modalidade, o tamanho de grãos abrasivos é de aproximadamente 0,1 microns a aproximadamente 200 microns e mais geralmente a partir de aproximadamente 0,1 microns a aproximadamente 150 microns ou aproximadamente 1 micron a aproximadamente 100 microns. Normalmente, o tamanho de grão dos grãos abrasivos é especificado para ser a maior dimensão do grão abrasivo. Geralmente, há uma distribuição de tamanhos de grão. Em alguns casos, a distribuição de tamanho de grão é rigidamente controlada.

[00130] Primeiro revestimento - Ligante

[00131] O ligante do primeiro revestimento ou do segundo revestimento pode ser formado por um único polímero ou uma mistura de polímeros. Por exemplo, o ligante pode ser formado de epóxi, polímero acrílico ou uma combinação destes. Além disso, o ligante pode incluir enchimento, tais como o enchimento nanométrico ou uma combinação de enchimento nanométrico e enchimento micro. Em uma determinada modalidade, o ligante é um ligante coloidal, em que a formulação que é curada para formar o ligante é uma suspensão coloidal incluindo enchimento de partículas. Como alternativa, ou além disso, o ligante pode ser um ligante de nanocompósitos incluindo enchimento de partículas sub micron.

[00132] O ligante geralmente inclui uma matriz de polímero, que liga os grãos abrasivos ao apoio ou revestimento compatível, se presente. Normalmente, o ligante é formado de formulação de ligante curada. Em uma modalidade exemplar, a formulação de ligante inclui um componente de polímero e uma fase dispersa.

[00133] A formulação do ligante pode incluir um ou mais componentes de reação ou constituintes de polímero para a preparação de um polímero. Um constituinte de polímero pode incluir uma molécula monomérica, uma molécula polimérica ou uma combinação destes. A formulação de ligante pode ainda incluir componentes selecionados do grupo consistindo de solventes, plastificantes, agentes de transferência de cadeia, catalisadores, estabilizadores, dispersantes, agentes de cura, mediadores da reação e agentes para influenciar a fluidez da dispersão.

[00134] Os componentes do polímero podem formar termoplásticos ou termofixos. A título de exemplo, os constituintes de polímero podem incluir monômeros e resinas para a formação do poliuretano, poliureia, epóxi polimerizado, poliéster, poliamida, polissiloxanos (silicones), alquídica polimerizada, borracha de estireno-butadieno, borracha de acrilonitrila-butadieno, polibutadieno, ou, em geral, resinas reativas para a produção de polímeros termofixos. Outro exemplo inclui um acrilato ou um constituinte de polímero de metacrilato. Os constituintes de polímero precursores são normalmente material orgânico curável (ou seja, um monômero do polímero ou material capaz de polimerização ou reticulação após a exposição ao calor ou outras fontes de energia, tais como o feixe de elétrons, luz visível, luz ultravioleta, etc., ou com o tempo, mediante a adição de um catalisador químico, umidade ou outro agente que faça o polímero curar ou polimerizar). Um exemplo de constituintes de polímero precursores inclui um constituinte reativo para a formação de um polímero de aminoácidos ou um polímero de aminoplástico, como polímero de ureia-formaldeído alquilados, polímero melamina-formaldeído e polímero benzoguanamine-formaldeído alquilado; polímero de acrilato incluindo acrilato e polímero de metacrilato, acrilato de alquila, epóxi acrilato, uretano acrilado, poliéster acrilado, poliéter acrilado, vinílico, óleo acrilado ou silicone acrilado; polímero alquídico, tais como polímero de uretano alquídicas; polímero de poliéster; polímero de uretano reativa; polímeros fenólicos como polímero

resol e novolac ; polímero de látex/fenólica; polímeros de epóxi, tais como polímeros de epóxi bisfenol; isocianato; isocianurato; polímero de silicone incluindo polímero alquilalcoxi; ou polímero de vinil reativa. A formulação de ligante pode incluir um monômero, um oligômero, um polímero ou uma combinação destes. Em uma determinada modalidade, a formulação de ligante inclui monômeros de pelo menos dois tipos de polímeros que quando curados podem se ligar. Por exemplo, a formulação de ligante pode incluir componentes epoxídicos e acrílicos constituintes que quando curados formam um polímero epóxi acrílico.

[00135] Aditivos - Agente de Moagem

[00136] A camada abrasiva pode também incluir um agente de moagem para aumentar a taxa de eficiência e corte de moagem. Um agente de moagem útil pode ter base inorgânica, tais como um sal haleto, por exemplo, criolita de sódio e potássio tetrafluorborato; ou base orgânica, como uma cera clorada, por exemplo, cloreto de polivinila. Uma modalidade particular inclui tetrafluorborato de criolita e potássio com partículas de tamanho variando de 1 micrão a 80 micrões e mais tipicamente de 5 micrões a 30 micrões. O terceiro revestimento pode ser uma camada de polímero aplicada sobre os grãos abrasivos para fornecer propriedades de devitrificação e anti-carregamento.

[00137] Revestimento Traseiro - Revestimento Compatível

[00138] O artigo abrasivo revestido opcionalmente pode incluir revestimentos compatíveis e traseiro (não mostrados). Estes revestimentos podem funcionar como descrito acima e podem ser constituídos de composições de ligante.

[00139] Base de apoio

[00140] Em uma modalidade, uma base de apoio pode abranger uma pluralidade de vias de fluxo de ar dispostos em um padrão. O padrão de vias de fluxo de ar compreende polígonos regulares, polígonos irregulares, elipsoides, arcos, espirais, padrões filotáticos ou suas combinações. O

padrão de vias de fluxo de ar compreende vias arqueadas que irradiam, vias em espiral que irradiam ou suas combinações. O padrão de vias de fluxo de ar pode compreender uma combinação de vias em espiral que irradiam para o interior e vias em espiral que irradiam para o exterior. O padrão de vias de fluxo de ar pode abranger uma combinação de vias em espiral que irradiam no sentido horário e vias em espiral que irradiam no sentido anti-horário. As vias do fluxo de ar podem ser discretas, ou descontínuas, umas das outras. Alternativamente, uma ou mais das vias do fluxo de ar podem ser fluidamente conectadas.

[00141] O número de vias arqueadas que irradiam ("arcos"), vias em espiral que irradiam ou suas combinações podem variar. Em uma modalidade, o número de vias arqueadas que irradiam, vias em espiral que irradiam, ou suas combinações podem não ser maior que 1000, tal como não maior do que 750, não maior do que 500, não maior do que 250, não maior que 100, não maior do que 90, não maior do que 80, ou não maior do que 75. Em uma modalidade, o número de vias arqueadas que irradiam, vias em espiral que irradiam, ou suas combinações, pode ser igual ou maior que 2, não menor que 3, não menor que 5, não menor que 7, não menor que 9, não menor que 11, não menor que 15, ou, não menor que 20. Em uma modalidade, o número de vias arqueadas que irradiam, vias em espiral que irradiam ou suas combinações pode ser de 2 a 500, tal como 2 para 100.

[00142] Em outra modalidade, uma base de apoio pode ter um padrão de vias de fluxo de ar adicional, composto por uma via de fluxo de ar anular que intercepta as vias de fluxo de ar. Em uma modalidade específica, uma via de fluxo de ar anular pode cruzar vias arqueadas que irradiam ou vias em espiral que irradiam ou suas combinações.

[00143] As vias do fluxo de ar podem variar de largura. A largura das vias de fluxo de ar pode ser constante ou variável ou suas combinações. Em uma modalidade, a largura das vias de fluxo de ar pode ser dentro de

um intervalo de comprimentos fixos. Em uma modalidade, a largura das vias de fluxo de ar pode variar de 0,1 mm a 10 cm. Em outra modalidade, a largura das vias de fluxo de ar será relacionada ao tamanho das aberturas de um abrasivo revestido com que a base de apoio está sendo usada. Em uma modalidade, a largura das vias de fluxo de ar não é menor do que 1/10 do tamanho das aberturas do abrasivo revestido, tal como não menos que 1/8, 1/6, 1/5, 1/4, 1/3 ou 1/2 do tamanho das aberturas do abrasivo revestido. Em uma modalidade, a largura das vias de fluxo de ar não é maior do que 10 vezes maior do que as aberturas do abrasivo revestido, como não maior do que 8 vezes, não maior do que 6 vezes, não maior que 5 vezes, não maior que 4 vezes, não maior que 3 vezes, não maior que 2 vezes o tamanho das aberturas do abrasivo revestido. Em uma modalidade, a largura das vias de fluxo de ar é aproximadamente igual ao tamanho das aberturas do abrasivo revestido.

[00144] As vias do fluxo de ar podem ter uma ou mais cavidades, orifícios, passagens, furos, aberturas ou combinações deles dispostas junto ou dentro das vias de fluxo de ar, tal como uma ramificação da via de fluxo de ar, que se estendem através do corpo da base de apoio. Em uma modalidade, cada via de fluxo de ar terá pelo menos um buraco disposto dentro da via de fluxo de ar que se estende através do corpo da base de apoio.

[00145] Será apreciado que bases de apoio projetadas para corresponder a abrasivos revestidos com distribuições não-uniformes controladas de aberturas possam ser utilizadas com sucesso em conjunto com abrasivos revestidos convencionais, bem como determinado abrasivo revestido com distribuições não-uniformes controladas de aberturas. Surpreendentemente, os inventores descobriram que modalidades de base de apoio podem fornecer a remoção de aparas superior e promover melhor desempenho abrasivo para abrasivos convencionais.

[00146] Em uma modalidade, a base de apoio pode ter um padrão de

vias de fluxo de ar cooperativamente adaptado para operar com abrasivos revestidos, tendo um padrão de distribuição não-uniforme controlado. Conforme mencionado anteriormente, tal apoio pode ser usado em conjunto com um abrasivo revestido perfurado convencional para promover desempenho de abrasivo e remoção de aparas.

[00147] Em uma modalidade, uma base de apoio pode incluir um padrão de vias de fluxo de ar, no qual o padrão de vias de fluxo de ar é gerado a partir de coordenadas x e y de um padrão controlado de distribuição não-uniforme. O padrão controlado de distribuição não-uniforme usado para gerar o padrão de fluxo de ar de base de apoio pode ser o mesmo ou diferente do padrão de abertura do abrasivo revestido usado com a base de apoio. Em uma modalidade, o padrão controlado de distribuição não-uniforme é o mesmo que o padrão de abertura do abrasivo revestido, sendo usado com a base de apoio. Em outra modalidade, o padrão controlado de distribuição não-uniforme é diferente do padrão de abertura do abrasivo revestido usado com a base de apoio.

[00148] Em uma modalidade, uma base de apoio pode ser cooperativamente adaptada para operar com abrasivos revestidos com padrões filotáxicos de acordo com as modalidades de abrasivos revestidos aqui descritas. Uma base de apoio é cooperativa com um abrasivo revestido com padrões filotáxicos quando a base de apoio inclui uma pluralidade de aberturas, uma pluralidade de cavidades, uma pluralidade de canais, pluralidade de passagens, ou combinações destes, que são configuradas em um padrão que visa promover sucção e a remoção de aparas longe da superfície de trabalho durante o processo de abrasão através de aberturas de um abrasivo revestido, com um padrão filotáxico. As aberturas, cavidades, canais, passagens ou suas combinações podem definir vias de fluxo de ar que estão localizados ao longo, dentro, ou através da Base de apoio, ou suas combinações. As vias do fluxo de ar promovem sucção melhorada e remoção de aparas através de aberturas de um

abrasivo revestido e longe da superfície de trabalho durante o processo de abrasão. Em uma modalidade, o padrão de aberturas, cavidades, canais, passagens ou suas combinações pode ser na forma de polígonos regulares, polígonos irregulares, elipsoides, arcos, espirais, padrões filotáxicos ou suas combinações. Em outra modalidade, o padrão de vias de fluxo de ar pode ser na forma de polígonos regulares, polígonos irregulares, elipsoides, arcos, espirais, padrões filotáxicos ou suas combinações.

[00149] Em uma modalidade, uma espiral apropriada ou padrão filotáxico pode ser gerado a partir das coordenadas x e y de qualquer padrão de abertura filotáxico das modalidades de artigo abrasivo descritas acima. Em uma modalidade, as coordenadas x e y de um padrão filotáxico ou em espiral são transpostas e giradas para determinar as coordenadas x' e y' do padrão filotáxico ou em espiral de fluxo de ar de apoio, onde θ é igual a π/n em radianos e n é qualquer número inteiro, de acordo com a seguinte equação:

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\theta & -\sin\theta \\ \sin\theta & \cos\theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix}$$

[00150] As coordenadas transpostas e giradas produzidas (x' e y') podem ser plotadas, tal como pelo uso de software CAD, para gerar um padrão de fluxo de ar adequado, como um padrão filotáxico ou em espiral. Modalidades particulares de padrões filotáxicos transpostos são mostradas na FIG. 9, 12, 15.

[00151] Os padrões podem ser usados para definir canais em espiral e arqueados que irradiam, bem como, canais anulares que podem cruzar os canais em espiral e arqueados ou suas combinações. Os canais anulares, arqueados, em espiral ou combinação então podem ser cortados em um material adequado, tais como na forma de sulcos, cavidades, orifícios, passagens ou outras vias para formar uma base de apoio cooperativa.

Modalidades particulares de padrões de canal que são baseados em padrões filotáxicos transpostos são mostradas na FIG. 10, 13, 16. Modalidades adicionais das bases de apoio com base em padrões filotáxicos transpostos são mostradas na FIG. 28, 29, 30, 31, 32, 33, 46 e 47.

[00152] Em determinadas modalidades, as vias de fluxo de ar da base de apoio corresponderão parcial a totalmente às aberturas do abrasivo revestido. Ficará entendido que uma via de fluxo de ar corresponde a uma abertura quando pelo menos uma parte da área de uma abertura coincide com, ou está alinhada com, uma parte da via do fluxo de ar. Em uma modalidade, as vias de fluxo de ar da base de apoio correspondente irão coincidir com pelo menos 5%, pelo menos 10%, pelo menos 15%, pelo menos 20%, pelo menos 25% das aberturas. Em uma modalidade, as vias de fluxo de ar da base de apoio correspondente podem corresponder a pelo menos 5%, pelo menos 10%, pelo menos, 15%, pelo menos 20%, pelo menos, 25%, pelo menos 30%, pelo menos 35%, pelo menos 40%, pelo menos 55%, pelo menos 50%, pelo menos 55%, pelo menos 60%, pelo menos 65%, pelo menos 70%, pelo menos 75%, pelo menos 80%, pelo menos 85%, pelo menos 90%, pelo menos, 95% ou pelo menos 100% das aberturas do abrasivo revestido.

[00153] Será apreciado que certos padrões de fluxo de ar filotáxicos e em espiral da base de apoio exibirão uma certa qualidade de alinhamento com um padrão de abertura de um abrasivo revestido, particularmente quando o padrão de fluxo de ar for baseado em uma transposição e rotação das coordenadas das aberturas do abrasivo revestido. Em uma modalidade, o padrão de fluxo de ar da base de apoio irá corresponder com uma maioria das, a quase todas, aberturas de abrasivos revestidos quando a base de apoio estiver em uma fase particular, ou graus de rotação, em relação a abrasivos revestidos. Uma base de apoio é dita ser uma base de apoio de alinhamento único (também chamada de alinhamento de duas

dobras) quando as vias de fluxo de ar da base de apoio coincidem com as aberturas do abrasivo revestido quando o apoio é girado 90° ou 180° , em comparação com o abrasivo revestido e uma maioria a quase todas as aberturas do abrasivo revestido coincidem com pelo menos uma das vias de fluxo de ar da base de apoio. FIG. 46 ilustra uma modalidade de uma base de apoio de alinhamento único. FIG. 48-51 mostra uma ilustração de uma modalidade de um abrasivo revestido tendo 442 aberturas (441 em torno de uma abertura central) de acordo com a equação de Vogel, sobrepondo uma base de apoio de alinhamento único da FIG. 46, em que o abrasivo revestido é girado 90° fora de fase, 180° fora de fase, 270° fora de fase e 0° fora de fase com a base de apoio, tal que as aberturas do abrasivo revestido alternam entre nenhuma das aberturas do abrasivo revestido correspondendo a qualquer uma das espirais externas da base de apoio a ter quase todas as aberturas do abrasivo revestido correspondendo a pelo menos uma das espirais externas da base de apoio. Uma base de apoio de alinhamento duplo (também chamado um alinhamento de 4 dobras) é ilustrada na FIG. 47. FIG. 52-59 é uma ilustração de uma modalidade de um abrasivo revestido tendo 442 aberturas (441 em torno de uma abertura central) de acordo com a equação de Vogel, sobrepondo a base de apoio de alinhamento duplo da FIG. 47, em que o abrasivo revestido é girado 45° , 90° , 135° , 180° , 225° , 270° , 315° e 0° fora de fase com a base de apoio. É mostrado novamente que as aberturas do abrasivo revestido alternam entre nenhuma das aberturas do abrasivo revestido correspondendo a qualquer uma das espirais externas da base de apoio (45° , 135° , 225° , e 315°) a ter quase todas as aberturas do abrasivo revestido correspondendo a pelo menos uma das espirais externas da base de apoio (90° , 180° , 270° , e 0°).

[00154] Em uma modalidade, a base de apoio pode incluir ou ser adaptada para incluir um indicador de alinhamento. Um indicador de alinhamento pode ser uma marcação, dispositivo, entalhe, acessório, colar,

protrusão ou combinação destes para indicar o grau de alinhamento da base de apoio com o abrasivo revestido. Em uma modalidade específica, o indicador de alinhamento pode ser marcação.

[00155] Embora descrito como cooperativas com as modalidades dos artigos abrasivos descritos neste documento, tais bases de apoio também podem ser usadas com abrasivos revestidos perfurados padrão do estado da técnica. Verificou-se inesperadamente que bases de apoio tendo uma pluralidade de aberturas, uma pluralidade de cavidades, uma pluralidade de canais, ou combinações destes que formam vias de fluxo de ar padrão filotáxico ou espiral apropriada melhoraram a remoção de aparas, podem promover o desempenho de corte abrasivo, e vida útil do abrasivo para abrasivos revestidos perfurados padrão do estado da técnica e abrasivos revestido com padrões de perfurações filotáxicos.

[00156] Uma base de apoio pode ser flexível ou rígida. A base de apoio pode ser feita de qualquer número de vários materiais ou combinações de materiais, incluindo os convencionalmente utilizados na fabricação de bases de apoio. A base de apoio pode ser feita de peça única, construção unitária ou construção de multi-peça, tais como construção de várias camadas ou construção de camada concêntrica. A base de apoio de preferência é um material resistente como uma espuma flexível. Espumas apropriadas podem ser poliuretano, poliéster, poliéster uretano, polieteruretano; uma borracha natural ou artificial como polibutadieno, poliisopreno, polímero EPDM, poli-vinil (PVC), neopreno ou copolímero de estireno/butadieno; ou suas combinações. A espuma pode ser célula aberta ou fechada. Aditivos, tais como agentes de acoplamento, agentes de endurecimento, agentes de cura, antioxidantes, materiais de reforço e similares podem ser adicionados para a formulação de espuma para atingir as características desejadas. Corantes, pigmentos, enchimentos, agentes antiestáticos, retardantes de fogo e cortina também podem ser adicionados para a espuma ou outro material resistente usado

para fazer a base de apoio.

[00157] Espumas particularmente úteis incluem espumas de TDI (tolueno di-isocianato)/poliéster e MDI (metileno difenil diisocianato)/poliéster. Em uma modalidade, a base de apoio é feita de espuma de poliuretano de célula aberta formada como produto da reação de um poliéter poliálcool e um poli-isocianato aromático. Em outra modalidade, a base de apoio pode ser uma espuma, uma borracha vulcanizada ou qualquer combinação destes.

[00158] Método de fabricação – artigo abrasivo revestido

[00159] Voltando-se a um método para fazer um artigo abrasivo revestido tendo um padrão de abertura, um apoio pode ser distribuído a partir de um rolo, o apoio pode ser revestido com uma formulação de ligante dispensada de um aparato de revestimento. Um aparato de revestimento exemplar inclui aplicador de gota de fiavel, um aplicador de faca, uma cortina de revestimento, uma matriz revestidora a vácuo ou um revestimento de matriz. Metodologias de revestimento podem incluir métodos de contato ou não contato. Tais métodos incluem 2 rolos, 3 rolos reversos, faca sobre rolo, slot die, gravura, extrusão ou aplicações de revestimento de pulverizador.

[00160] Em uma determinada modalidade, a formulação uma pasta fluida que inclui a formulação e grãos abrasivos. Em uma modalidade alternativa, a formulação de ligante pode ser dispensada separada dos grãos abrasivos. Em seguida, os grãos abrasivos podem ser fornecidos após o revestimento do apoio com a formulação de ligante, após a cura parcial da formulação de ligante, após a padronização da formulação de ligante ou após a cura total da formulação de ligante. Os grãos abrasivos podem, por exemplo, ser aplicados por uma técnica, tais como revestimento eletrostático, revestimento ou projeção mecânica.

[00161] Em outra modalidade, o apoio, revestido com o ligante e grãos abrasivos, podem ser carimbados, cortados, cortados a laser ou

combinações dos mesmos para formar o padrão de aberturas. As aberturas podem ser substancialmente livres de material de apoio, ligante e grãos abrasivos.

[00162] Em outra modalidade, o apoio pode ser seletivamente revestido com ligante para deixar regiões não revestidas que são então cortadas para formar as aberturas. Por exemplo, o ligante pode ser impresso no apoio, tais como por serigrafia, impressão em offset ou impressão flexográfica. Em outro exemplo, o ligante pode ser revestido seletivamente usando o revestimento por gravura, revestimento slot die, revestimento por pulverização, ou semelhante. Alternativamente, uma máscara curável UV ou fotorresiste pode ser aplicada no apoio e desenvolvida, tal como por fotolitografia, para mascarar partes do apoio. Em outro exemplo, um composto de desmolhagem pode ser aplicado no apoio antes de aplicar o ligante.

[00163] Voltando-se a um método de abrasão de uma peça de trabalho, a peça de trabalho pode entrar em contato com um abrasivo revestido. O abrasivo revestido pode ser girado em relação a peça de trabalho. Por exemplo, o abrasivo revestido pode ser montado em uma lixadeira orbital e entrar em contato com a peça de trabalho. Durante a abrasão da peça de trabalho, material desgastado da peça de trabalho pode acumular-se nas aberturas. O material acumulado pode ser ejetado das aberturas pelo movimento do abrasivo revestido durante a utilização. Alternadamente, um sistema de vácuo pode ser equipado para o artigo abrasivo, que inclui uma base de apoio que está configurada para funcionar cooperativamente com o artigo abrasivo.

EXEMPLOS

[00164] Exemplo 1 - Eficiência da extração de aparas

[00165] A eficiência de extração de aparas potencial de um padrão de abertura do disco abrasivo pode ser quantificada pela determinação da distância média de uma abertura a qualquer ponto sobre uma superfície

teórica definida pela rotação do disco abrasivo em um orbital selecionado. As superfícies abrasivas (ou seja, os padrões de disco abrasivo) para amostra comparativa 1 (FIG. 20A) e amostras inventivas 1 a 3 (FIG. 20B-D) são mostradas na porção superior da FIG. 20A-D. A distância média entre uma abertura para qualquer ponto da superfície teórica definida pela rotação do disco abrasivo foi determinada utilizando o software de simulação. Um orbital correspondente a um padrão orbital para uma lixadeira orbital portátil foi usado. As distâncias médias para cada padrão abrasivo foram plotadas conforme mostrado nas porções centrais da FIG. 20A-D. As distâncias médias de uma abertura foram desenhadas graficamente como uma função do raio na parte inferior da FIG. 20A-D e a área sob a curva foi integrada e os valores para cada padrão de abertura foram comparados. Um valor integrado inferior indica uma melhor cobertura de abertura e, portanto, uma melhor eficiência de extração de aparas. Todos os padrões de abertura inventivos tinham um valor mais baixo integrado e, assim, uma eficiência de extração de aparas superior à da amostra comparativa. Isto foi surpreendente, Considerando que todas as amostras têm uma quantidade quase igual de área de abertura. Isso indica que a distribuição das aberturas sobre a superfície do disco abrasivo é superior. Amostra inventiva 3 tinha uma diminuição particularmente dramática (redução de 93%) no valor integrado.

[00166] Amostra comparativa 1 era um padrão de disco abrasivo MultiAir 5" com 125 buracos. e uma área de abertura (ou seja, área removida) de 10,5%. A distância média máxima para qualquer ponto de uma abertura foi em um intervalo de 3 a 4 mm. A distância média integrada de uma abertura foi 49 mm².

[00167] Amostra 1 foi um padrão de disco abrasivo Sunflower Vogel 5" com 150 buracos e uma área de abertura (ou seja, área removida) de 10,7%. A distância média máxima para qualquer ponto de uma abertura foi em um intervalo de 2-3 mm. A distância média integrada de uma abertura

era 33 mm² (uma redução de 32%).

[00168] A amostra 2 era padrão de disco abrasivo Sunflower Vogel 5" com 250 buracos e uma área de abertura (ou seja, área removida) de 10,8%. A distância média máxima para qualquer ponto de uma abertura foi em um intervalo de 1-2 mm. A distância média integrada de uma abertura era 11 mm² (uma redução de 77%).

[00169] A amostra 3 foi um padrão de disco abrasivo Sunflower Vogel 5" com 350 buracos e uma área de abertura (ou seja, área removida) de 10,7%. A distância média máxima para qualquer ponto de uma abertura foi em um intervalo de 1-2 mm. A distância média integrada de uma abertura era 3 mm² (uma redução de 93%).

[00170] Tabela 1 - Distância integrada média de uma abertura

	Nº. de aberturas	Área de abertura (% da área de superfície total potencial)	Distância média integrada de uma abertura durante a rotação (mm ²)
Ex. 1	125	10,5	49
Amostra 1	150	10,7	33
Amostra 2	250	10,8	11
Amostra 3	350	10,7	3

[00171] Exemplo 2 - Eficiência de extração melhorada com área abrasiva melhorada

[00172] Padrões de abertura abrasiva inventivos adicionais foram examinados em relação a eficiência de extração de aparas potencial usando o mesmo procedimento que acima. Os padrões de disco abrasivo para amostra comparativa 1 (FIG. 21A) e amostras inventivas 1 a 3 (FIG. 21B-D) são mostradas na porção superior da FIG. 21A-D. As distâncias médias para cada padrão abrasivo foram plotadas conforme mostrado nas porções centrais da FIG. 21A-D. As distâncias médias de uma abertura foram desenhadas graficamente como uma função do raio na parte inferior da FIG. 20A-D. A área sob a curva foi integrada e os valores para cada padrão de abertura foram comparados. Surpreendentemente, todas as amostras inventivas alcançaram um comparável ao melhor valor integrado,

mesmo tendo uma área de abertura que foi de 2,7% a 6,3% menor que a amostra comparativa. Isso indica que a distribuição das aberturas sobre a superfície dos discos abrasivos inventivos é desejável porque uma eficiência de extração de aparas muito alta pode ser mantida enquanto aumenta a quantidade de área abrasiva disponível. Amostra inventiva 3 teve a redução mais dramática no valor integrado, no entanto, também teve o maior aumento na área abrasiva disponível.

[00173] Amostra comparativa 1 era um padrão de disco abrasivo MultiAir 5" com 125 buracos e uma área de abertura (ou seja, área removida) de 10,5%. A distância média máxima para qualquer ponto de uma abertura foi em um intervalo de 3 a 4 mm. A distância média integrada de uma abertura foi 49 mm².

[00174] A amostra 1 foi um padrão de disco abrasivo Sunflower Vogel 5" com 148 buracos e uma área de abertura (ou seja, área removida) de 7,8% (aumento de 2,7% da área abrasiva). A distância média máxima para qualquer ponto de uma abertura foi em um intervalo de 2-3 mm. A distância média integrada de uma abertura foi 51 mm² (aumento de 4%).

[00175] A amostra 2 foi padrão de disco abrasivo Sunflower Vogel com 246 buracos e uma área de abertura (ou seja, área removida) de 5,0% (aumento de 5,5% da área abrasiva). A distância média máxima para qualquer ponto de uma abertura foi em um intervalo de 2-3 mm. A distância média integrada de uma abertura era 32 mm² (uma redução de 34%).

[00176] A amostra 3 foi um padrão de disco abrasivo Sunflower Vogel 5" com 344 buracos e uma área de abertura (ou seja, área removida) de 3,7%. A distância média máxima para qualquer ponto de uma abertura foi em um intervalo de 1-2 mm. A distância média integrada de uma abertura foi 22 mm² (uma redução de 55%).

[00177] Tabela 2 - Distância integrada média de uma abertura

	Nº. de aberturas	Área de abertura (% da área de superfície total)	Distância média integrada de uma abertura durante a rotação (mm ²)
--	------------------	--	--

		potencial)	
Ex. 1	125	10,5	49
Amostra 1	148	7,8	51
Amostra 2	246	5,0	32
Amostra 3	344	3,7	22

Exemplo 3 - Desempenho abrasivo - com vácuo, base de apoio não-específica

[00178] Discos abrasivos revestidos de 5 polegadas foram testados por abrasão de um painel acrílico fundido usando uma lixadeira orbital manual. Cada disco abrasivo revestido foi movido em linha reta em todo o comprimento do painel acrílico fundido. A quantidade de material removido foi determinada através da medição do peso do painel acrílico fundido antes e depois de cada ciclo de moagem usando uma escala. O material médio removido foi determinado somando-se a perda de peso ao longo de seis moagens. A remoção de material média foi determinada por uma média de mais de três ensaios.

[00179] O acabamento de superfície (Rz) do painel de acrílico fundido foi medido após a primeira moagem em três pontos ao longo do comprimento do corte. A média Rz foi tomada em três ensaios.

[00180] A FIG. 22 mostra um gráfico comparando o corte cumulativo e o acabamento de superfície para amostra comparativa 1 e três amostras inventivas.

[00181] Uma comparação de discos abrasivos revestidos, tendo um tamanho de grão de P1500 (tamanho de grão abrasivo médio de aproximadamente 12,6 microns) foi realizada. Cada moagem do teste foi realizada por uma duração de 30 segundos com um vácuo aplicado a menos que especificado em contrário. Uma base de apoio Dynabrade de 54 buracos (base "dura") foi usada com todas as amostras.

[00182] A amostra comparativa 1 foi um disco de 5" diâmetro Norton MultiAir com um tamanho de grão P1500 com 125 buracos distribuídos em um padrão de grade. A quantidade total de área de abertura foi de 10,5% do disco.

[00183] A amostra 1 era um disco abrasivo de 5" de diâmetro com tamanho de grão P1500 e um padrão de abertura filotáxico com base na equação de Vogel. O número de aberturas era 150. A quantidade total de área de abertura era de 10,5%.

[00184] A Amostra 2 era o mesmo que a Amostra 1, exceto que o número de aberturas era 250. A quantidade total de área de abertura era 10,8%.

[00185] A Amostra 3 era o mesmo que a Amostra 1, exceto que o número de aberturas era 350. A quantidade total de área de abertura era 10,7%.

[00186] Tabela 3 – Desempenho abrasivo

	Nº. de aberturas	Área de abertura (% da área de superfície total potencial)	Material Removido Cumulativo (g)	Rz (μ polegadas)
Ex. 1	125	10,5	1,15	57
Amostra 1	150	10,7	1,15	54
Amostra 2	250	10,8	1,15	57
Amostra 3	350	10,7	1,12	59

[00187] Exemplo 4 - Desempenho abrasivo - com vácuo, base de apoio não-específica

[00188] A FIG. 23 mostra um gráfico comparando o corte cumulativo e o acabamento de superfície para amostra comparativa 1 e três amostras inventivas.

[00189] O teste de desempenho abrasivo foi realizado o mesmo que acima no Exemplo 3, exceto que uma base de apoio Norton Multi-Air de 125 buracos (base "macia") foi usada com todas as amostras.

[00190] Amostra Comparativa 1 e Amostras inventivas 1-3 foram o mesmo que acima no Exemplo 3.

[00191] Tabela 4 – Desempenho Abrasivo

	Nº. de aberturas	Área de abertura (% da área de	Material Removido Cumulativo	Rz (μ polegadas)
--	------------------	--------------------------------	------------------------------	-----------------------

		superfície total potencial)	(g)	
Ex. 1	125	10,5	99	60
Amostra 1	150	10,7	98	56
Amostra 2	250	10,8	92	53
Amostra 3	350	10,7	91	51

[00192] Exemplo 5 - Desempenho abrasivo - com vácuo, base de apoio não-específica

[00193] A FIG. 24 mostra um gráfico comparando o corte cumulativo e o acabamento de superfície para amostra comparativa 1 e três amostras inventivas.

[00194] O teste de desempenho abrasivo foi realizado o mesmo que acima no Exemplo 3, exceto que cada um dos seis ciclos de moagem era por 2 minutos.

[00195] Amostra Comparativa 1 e Amostras inventivas 1-3 foram o mesmo que acima no Exemplo 3, exceto que um tamanho de abrasivo de P80 (tamanho de grão abrasivo médio de aproximadamente 201 microns) foi usado para todas as amostras.

[00196] Tabela 5 – Desempenho abrasivo

	Nº. de aberturas	Área de abertura (% da área de superfície total potencial)	Material Removido Cumulativo (g)	Rz (μ polegadas)
Ex. 1	125	10,5	17.2	485
Amostra 1	150	10,7	16,98	487
Amostra 2	250	10,8	16,41	471
Amostra 3	350	10,7	16,88	464

[00197] Exemplo 6 - Desempenho abrasivo - com vácuo, base de apoio não-específica

[00198] A FIG. 25 mostra um gráfico comparando o corte cumulativo e o acabamento de superfície para amostra comparativa 1 e três amostras inventivas.

[00199] O teste de desempenho abrasivo foi realizado o mesmo que acima no Exemplo 4, exceto que cada um dos seis ciclos de moagem era por 2 minutos.

[00200] Amostra Comparativa 1 e Amostras inventivas 1-3 foram o mesmo que acima no Exemplo 4, exceto que um tamanho de abrasivo de P80 (tamanho de grão abrasivo médio de aproximadamente 201 microns) foi usado para todas as amostras.

[00201] Tabela 6 – Desempenho abrasivo

	Nº. de aberturas	Área de abertura (% da área de superfície total potencial)	Material Removido Cumulativo (g)	Rz (μ polegadas)
Ex. 1	125	10,5	16,66	464
Amostra 1	150	10,7	17,61	500
Amostra 2	250	10,8	16,19	457
Amostra 3	350	10,7	15,94	472

[00202] Exemplo 7 - Desempenho abrasivo - com vácuo, base de apoio cooperativa

[00203] A FIG. 26 mostra um gráfico de corte de material em intervalos de tempo progressivo para Amostra comparativa 1 e duas amostras inventivas.

[00204] O teste de desempenho abrasivo foi realizado o mesmo que acima no Exemplo 1, usando seis ciclos de moagem de 30 segundos cada. Realizaram-se três repetições e o valor médio registado.

[00205] A amostra comparativa 1 foi um disco de 5" de diâmetro Norton MultiAir com um tamanho de grão P1500 com 125 buracos distribuídos em um padrão de grade. Uma base de apoio cooperativa MultiAir (base "macia") foi usada em conjunto. A amostra comparativa 1 foi um disco de 5" de diâmetro Norton MultiAir com um tamanho de grão P1500 com 125 buracos distribuídos em um padrão de grade.

[00206] A amostra 1 era um disco abrasivo de 5" de diâmetro com tamanho de grão P1500 e um padrão de abertura filotáxico com base na equação de Vogel. O número de aberturas foi 246 e uma base de apoio cooperativa (base "macio") baseado na imagem transposta do padrão de abertura Vogel 246 também foi usado em conjunto. A quantidade total de área de abertura para o disco abrasivo era 5%.

[00207] A amostra 2 era um disco abrasivo de 5" de diâmetro com tamanho de grão P1500 e um padrão de abertura filotáxico com base na equação de Vogel. O número de aberturas foi 344 e uma base de apoio cooperativa (base "macia") baseado na imagem transposta do padrão de abertura Vogel 344 foi usado em conjunto. A quantidade total de área de abertura do disco abrasivo foi 3,7%.

[00208] Como pode ser visto no gráfico, o corte inicial (para o primeiro ciclo) foi marginalmente baixo mas a taxa de deterioração do corte foi significativamente melhorada em comparação com o padrão Multi-Air de controle. A taxa de deterioração é uma indicação do carregamento do disco. Quanto maior a carga, mais rápido a taxa de corte cai. A melhoria em mitigar a taxa de perda de corte é uma clara indicação de que os padrões de abertura das amostras inventivas são uma melhoria sobre o padrão de abertura comparativo. Além disso, as amostras inventivas têm uma maior taxa de corte cumulativa do que a amostra comparativa. O aumento percentual em corte cumulativo para Amostra 1 (+14,75%) e para Amostra 2 (+27,81) desproporcionalmente excede a quantidade de área abrasiva maior para a Amostra 1 (+ 5%) e Amostra 2 (+6,8), que parece indicar um efeito de desempenho abrasivo sinérgico devido a maior eficiência de remoção de aparas dos padrões de abertura inventivo e o uso de uma base de apoio cooperativa. Além disso, o acabamento da superfície das amostras inventivas é o mesmo que ou melhor (valores mais baixos indicam baixa rugosidade média) do que as amostras comparativas.

[00209] Tabela 7 – Desempenho abrasivo

	Nº. de aberturas	Área de abertura (% da área de superfície total potencial)	Material Removido Cumulativo (g)	% de mudança (%)
Ex. 1	125	10,5	57	0
Amostra 1	246	5,0	66	14,75
Amostra 2	344	3,7	73	27,81

[00210] Tabela 8 – Desempenho abrasivo

	Acabamento Rz Médio de 3 repetições após 1º ciclo de moagem	Acabamento Rz Médio de 3 repetições após 6º ciclo de moagem
Ex. 1	64	58
Amostra 1	59	53
Amostra 2	64	54

[00211] Exemplo 8 - Teste de desempenho abrasivos - com vácuo e base de apoio correspondente

[00212] Um teste de desempenho abrasivo foi realizado sobre os painéis laterais do veículo. Os painéis laterais eram eletro-deposição e fibra de vidro revestidos com primer. Os painéis laterais do veículo foram desgastados usando uma lixadeira orbital portátil equipada com um disco abrasivo de 6 polegadas, uma base de apoio e um dispositivo a vácuo. Foram testadas duas amostras de controle e três amostras inventivas. As combinações de discos abrasivos e bases de apoio para as amostras de controle e amostras inventivas são fornecidas na Tabela _ e descritas mais detalhadamente abaixo.

[00213] Para todos os testes, os painéis laterais do veículo foram desgastados com um movimento para os lados cobrindo linhas sucessivas através da superfície do painel lateral do veículo. Várias execuções foram realizadas para cada par de discos abrasivos e bases de apoio. A vida útil média de discos abrasivos e a área da superfície média desgastada durante a vida útil dos discos abrasivos foram medidas. FIG. 24 mostra um gráfico comparando a vida útil média e a área média desgastada durante a vida útil para cada uma das amostras inventivas e de controle.

[00214] A esperança de vida e área média desgastada durante a vida útil de cada amostra foi usada para estimar e comparar o tempo necessário para desgastar 10.000 metros quadrados de painel do veículo. O cálculo assume um tempo de 45 segundos para mudar um disco abrasivo. A FIG. 25 mostra um gráfico comparando o tempo em horas necessário para desgastar 10.000 metros quadrados de painel de veículo para as amostras

de controle e inventiva.

[00215] A amostra de controle 1 usou um disco abrasivo revestido Norton MultiAir de 6" de diâmetro com grão de óxido de alumínio de tamanho P320 e tinha 181 aberturas cortadas, distribuídas em um padrão de grade (um abertura raio de 7,8 mm no centro do disco mais 180 aberturas de 1,65 mm ao redor da abertura central) (doravante denominada "Disco MultiAir Die-Cut"). A quantidade total de área de abertura foi aproximadamente 10% da área total do disco. Uma Base de apoio correspondente Norton MultiAir de 6" de diâmetro (doravante denominada "base de apoio MultiAir") feita de espuma de poliuretano e tendo 181 aberturas no mesmo padrão que o disco MultiAir Die-Cut foi utilizada durante o teste.

[00216] Amostra de Controle 2 usou um disco abrasivo revestido Norton MultiAir de 6" o mesmo da Amostra de Controle 1 exceto que as aberturas do disco abrasivo revestido eram aberturas cortadas a laser (doravante denominadas "Disco MultiAir Cortado a Laser"). Uma base de apoio MultiAir o mesmo que a Amostra de Controle 1 foi usada.

[00217] Amostra Inventivo 1 usou um disco abrasivo MultiAir de corte a laser o mesmo da Amostra de Controle 2. Uma base de apoio de 6" de diâmetro com canais de fluxo de ar em espiral com base em uma transposição da equação de Vogel (doravante denominada "base de apoio Sunflower"). A base de apoio girassol tinha uma dupla simetria e um padrão em espiral adaptado para corresponder a um padrão de equação de Vogel tendo 247 aberturas totais. O padrão em espiral composto por 34 espirais externas e 8 espirais internas cada um com uma largura de 1,3 mm. As espirais internas e externas espirais foram distintas umas das outras. Cada uma das espirais compreendia um canal para o fluxo de ar através de aberturas de disco abrasivo, ao longo do canal e até o corpo da base de apoio através da abertura de pelo menos uma abertura dentro do canal. Veja FIG. 36 e FIG. 46.

[00218] Amostra Inventiva 2 era um disco abrasivo de 6" de diâmetro com grão abrasivo de óxido de alumínio P320 e um padrão de abertura filotáxico de acordo com a equação de Vogel, tendo um número total de 247 aberturas (uma abertura de raio de 7,8 mm no centro do disco mais aberturas 246 de 1,3 mm ao redor da abertura central (doravante denominada disco abrasivo Sunflower). A quantidade total de área de abertura do disco Sunflower foi aproximadamente 8% da área total do disco. Uma base de apoio Multiair o mesmo que a Amostra de Controle 1 foi usada.

[00219] Amostra Inventiva 3 era um disco abrasivo de 6" de diâmetro com grão abrasivo de óxido de alumínio P320 e um padrão de abertura filotáxico de acordo com a equação de Vogel, tendo um número total de 247 aberturas (uma abertura de raio de 7,8 mm no centro do disco mais aberturas 246 de 1,3 mm ao redor da abertura central (doravante denominada disco abrasivo Sunflower). A quantidade total de área de abertura do disco Sunflower foi aproximadamente 8% da área total do disco. Utilizou-se uma base de apoio correspondente Sunflower como Amostra Inventiva 1.

[00220] Tabela 9 – Desempenho abrasivo

	Abrasivo	Área de abertura	Tipo de disco	Tipo de base de apoio	Área coberta média (pol. quadradas)	Expectativa de vida média de disco (seg.)	Tempo para desgastar 10.000 pés quadrados (hr)	% de mudança tempo para desgastar 10.000 pés quadrados
Controle 1	Óxido de alumínio P320	10%	MultiAir Die Punche d de 6 polegadas	Base de apoio Multiair de 6 polegadas	1022	65	431,43	0%
Controle 2	Óxido de alumínio P320	10%	MultiAir Cortado a Laser de 6 pol.	Base de apoio Multiair de 6 pol.	964	58	425,43	-1%

Amostra 1	Óxido de alumínio P320	10%	MultiAir Cortado a Laser de 6 polegadas	Base de apoio Sunflower de 6 polegadas	1408	88	376,30	-13%
Amostra 2	Óxido de alumínio P320	8%	Sunflower Cortado a Laser de 6 polegadas	Base de apoio MultiAir de 6 polegadas	1205	91	420,23	-3%
Amostra 3	Óxido de alumínio P320	8%	Sunflower Cortado a Laser de 6 polegadas	Base de apoio Sunflower de 6 polegadas	1504	78	326,45	-24%

[00221] Amostra 1 demonstra que a base de apoio Sunflower era utilizável com o disco MultiAir do estado da técnica e o emparelhamento de da base de apoio Sunflower contribuiu para uma maior área de superfície total desgastada e um tempo mais longo de vida útil de disco abrasivo, comparado ao controle 1 e controle 2. A quantidade de tempo necessária para desgastar 10.000 pés quadrados do painel foi reduzida em 13%.

[00222] A Amostra 2 demonstra que o disco abrasivo Sunflower era útil com a base de apoio MultiAir do estado da técnica e o emparelhamento de disco abrasivo Sunflower contribuiu para uma maior área de superfície total desgastada e uma maior vida útil do disco abrasivo em relação ao Controle 1 e Controle 2. A quantidade de tempo necessária para desgastar 10.000 pés quadrados do painel foi reduzida em 3%.

[00223] A Amostra 3 demonstra que o emparelhamento do disco abrasivo Sunflower e base de apoio Sunflower contribuiu para uma maior área de superfície total desgastada e um tempo mais longo de vida útil do disco abrasivo em comparação ao emparelhamento do disco MultiAir e base de apoio MultiAir. Além disso, o emparelhamento do disco abrasivo Sunflower e base de apoio Sunflower forneceram a maior área de superfície

total desgastada de todas as combinações de teste. A quantidade de tempo necessária para desgastar 10.000 pés quadrados do painel foi reduzida em 24%. Note-se que a redução de 24% parece sinérgica, pois a redução é maior que a soma da redução para Amostra 1 (base de apoio Sunflower – 13% de redução), além disso, a redução para a amostra 2 (disco abrasivo Sunflower – 3% de redução). Também destaca-se que o disco abrasivo Sunflower atinge um maior desempenho abrasivo mesmo tendo uma menor área de abertura para a remoção de aparas.

[00224] Exemplo 9 - Teste de Eficiência de Corte

[00225] Um teste de desempenho abrasivo foi conduzido em painéis laterais de veículo para estimar a eficiência de corte de várias combinações de discos abrasivos e bases de apoio. Os painéis laterais do veículo eram de fibra de vidro e eletro-deposição revestidos com primer como acima no Exemplo 8. Os painéis laterais do veículo foram desgastados usando uma lixadeira orbital portátil equipada com um disco abrasivo de 6 polegadas, uma base de apoio e um dispositivo a vácuo como no Exemplo 8. Foram testadas uma amostra de controle e três amostras inventivas. O discos abrasivos MultiAir e Sunflower foram o mesmo que acima para o Exemplo 8, exceto o grão abrasivo era de óxido de alumínio tamanho p80. As combinações de discos abrasivos e bases de apoio para as amostras de controle e amostras inventivas são fornecidas na Tabela 10 e descritas mais detalhadamente abaixo.

[00226] Para todos os testes, os painéis laterais do veículo foram desgastados com um movimento para os lados cobrindo linhas sucessivas através da superfície do painel lateral do veículo como no Exemplo 8. Um único disco abrasivo foi usado para fornecer abrasão controlada sobre o painel até o final da vida útil do disco ser atingida. O tempo para chegar ao fim da vida do disco abrasivo e a área total desgastada foram gravados. Calculou-se a eficiência de corte (área total desgastada/expectativa de vida). FIG. 26 mostra um gráfico comparando a eficiência de corte

calculada das amostras inventivas e de controle.

[00227] Tabela 10 – Desempenho abrasivo

	Abrasivo	Área de abertura Disco	Tipo de disco	Tipo de base de apoio	Área coberta (pol. quadradas)	Vida útil do disco (seg.)	Eficiência de corte (Pés quadrados /seg)	% de mudança
Controle 1	Óxido de alumínio P80	10%	MultiAir Die Punched de 6 polegadas	Base de apoio Multiair de 6 polegadas	1050	100,77	.0724	0%
Amostra 1	Óxido de alumínio P80	8%	Sunflower Cortado a Laser de 6 polegadas	Base de apoio Multiair de 6 polegadas	1170	100,26	.0810	12%
Amostra 2	Óxido de alumínio P80	8%	Sunflower Cortado a Laser de 6 polegadas	Base de apoio Sunflower de 6 polegadas	1152	101,26	.0790	9%

[00228] Amostra 1 e Amostra 2 demonstraram uma melhoria na eficiência de corte e uma melhoria na área total desgastada em comparação com o controle 1. Amostra 1 teve uma melhoria de 12% na eficiência de corte em comparação com controle 1 e amostra 2 teve uma melhoria de 9% na eficiência de corte sobre controle 1.

[00229] Exemplo 10 - Teste de Eficiência de Corte

[00230] Um teste de desempenho abrasivo foi conduzido em painéis laterais de veículo para estimar a eficiência de corte de várias combinações de discos abrasivos e bases de apoio. Os painéis laterais do veículo eram de fibra de vidro e eletro-deposição revestidos com primer como acima no Exemplo 9. Os painéis laterais do veículo foram desgastados usando uma lixadeira orbital portátil equipada com um disco abrasivo de 6 polegadas, uma base de apoio e um dispositivo a vácuo como no Exemplo 9. Foram testadas uma amostra de controle e três amostras inventivas. O discos

abrasivos MultiAir e Sunflower foram o mesmo que acima para o Exemplo 9, exceto o grão abrasivo era uma mistura de óxido de alumínio cerâmico tamanho p80 e óxido de alumínio sol-gel. As combinações de discos abrasivos e bases de apoio para as amostras de controle e amostras inventivas são fornecidas na Tabela 6 e descritas mais detalhadamente abaixo.

[00231] Para todos os testes, os painéis laterais do veículo foram desgastados com um movimento para os lados cobrindo linhas sucessivas através da superfície do painel lateral do veículo como no Exemplo 9. Um único disco abrasivo foi usado para fornecer abrasão controlada sobre o painel até o final da vida útil do disco ser atingida. O tempo para chegar ao fim da vida do disco abrasivo e a área total desgastada foram gravados. Calculou-se a eficiência de corte (área total desgastada/expectativa de vida). FIG. 27 mostra um gráfico comparando a eficiência de corte calculada das amostras inventivas e de controle.

[00232] Tabela 11 – Desempenho abrasivo

	Abrasivo	Área de abertura Disco	Tipo de disco	Tipo de base de apoio	Área coberta (pol. quadradas)	Vida útil do disco (seg.)	Eficiência de corte (Pés quadrados /seg)	% de mudança
Controle 1	Óxido de alumínio P80	10%	MultiAir Die Punched de 6 polegadas	Base de apoio Multiair de 6 polegadas	883,5	100,36	.0642	0%
Amostra 1	Óxido de alumínio P80	8%	Sunflower Cortado a Laser de 6 polegadas	Base de apoio Multiair de 6 polegadas	1037	101,75	.0708	16%
Amostra 2	Óxido de alumínio P80	8%	Sunflower Cortado a Laser de 6 polegadas	base de apoio Sunflower de 6 polegadas	1368	100,3	.0947	55%

[00233] Amostra 1 e Amostra 2 demonstraram uma melhoria na eficiência de corte e uma melhoria na área total desgastada em

comparação com o controle 1. Amostra 1 teve uma melhoria de 16% na eficiência de corte em comparação com controle 1 e amostra 2 teve uma melhoria de 55% na eficiência de corte sobre controle 1.

[00234] Note que não todas as atividades descritas acima na descrição geral ou nos exemplos são necessárias, que uma parte de uma atividade específica pode não ser necessária e que podem ser realizadas uma ou mais atividades adicionais além das descritas. Ainda mais, a ordem em que são listadas as atividades não são necessariamente a ordem na qual elas são realizadas.

[00235] No relatório descritivo acima, os conceitos foram descritos com referência a específicas modalidades. No entanto, uma pessoa versada na técnica aprecia que várias modificações e alterações podem ser feitas sem sair do âmbito da invenção como estabelecido nas reivindicações abaixo. Nesse sentido, o relatório descritivo e figuras devem ser consideradas em um sentido ilustrativo ao invés de restritivo, e todas essas modificações destinam-se a serem incluídas no âmbito da invenção.

[00236] Como usado aqui, os termos "compreende," "compreendendo", "inclui," "incluindo", "tem", "tendo" ou qualquer outra variação dos mesmos, se destinam a cobrir uma inclusão não-exclusiva. Por exemplo, um processo, método, artigo ou aparelho que compreende uma lista de recursos não é necessariamente limitada apenas a esses recursos, mas pode incluir outras características não expressamente enunciadas ou inerentes a tal processo, método, artigo ou aparelho. Além disso, a menos que expressamente indicado o contrário, "ou" refere-se a um ou inclusivo e não a um ou exclusivo. Por exemplo, uma condição A ou B é atendida por qualquer um dos seguintes: A é verdadeiro (ou presente) e B é falso (ou não está presente), A é falso (ou não está presente) e B é verdadeiro (ou presente) e ambos A e B são verdadeiros (ou presentes).

[00237] Também, o uso de "um" ou "uma" são empregados para descrever os elementos e componentes aqui descritos. Isso é feito apenas

por conveniência e para dar um sentido geral do âmbito da invenção. Essa descrição deve ser lida para incluir um ou pelo menos um e o singular também inclui o plural, a menos que seja óbvio que significou o contrário.

[00238] Benefícios, outras vantagens e soluções para os problemas têm sido descritos acima no que se refere a modalidades específicas. No entanto, os benefícios, vantagens, soluções para problemas e quaisquer recursos que possam causar qualquer benefício, vantagem ou solução para ocorrer ou tornar-se mais pronunciados não devem ser interpretados como um recurso crítico, necessário ou essencial de qualquer ou todas as reivindicações.

[00239] Depois de ler o relatório descritivo, pessoas versadas na técnica irão apreciar que certos recursos são, para maior clareza, descritos no contexto de diferentes modalidades, também podem ser previstos em combinação em uma única modalidade. Por outro lado, vários recursos que são, por questões de brevidade, descritos no contexto de uma única modalidade, também podem ser previstos separadamente ou em qualquer sub combinação. Além disso, as referências aos valores estabelecidos em intervalos incluem cada valor dentro do intervalo.

REIVINDICAÇÕES

1. Artigo abrasivo (100) compreendendo um abrasivo revestido tendo uma pluralidade de aberturas (101) dispostas em um padrão de abertura, em que o padrão de abertura tem uma distribuição não uniforme controlada em que o padrão de abertura é rotacionalmente assimétrico em torno do centro do padrão de abertura e em que o padrão de abertura é um padrão filotáxico em espiral com uma assimetria controlada, **caracterizado pelo fato de** o padrão de abertura ser descrito em coordenadas polares pela seguinte equação:

$$\varphi = n * \alpha, \quad r = c\sqrt{n} \quad (\text{Eq. 1})$$

onde:

n é o número de ordem de uma abertura, contando-se para fora do centro do padrão de abertura;

φ é o ângulo entre uma direção de referência e um vetor de posição da enésima abertura em um sistema de coordenadas polares originando-se no centro do padrão de abertura, tal que o ângulo de divergência entre os vetores posição de quaisquer duas aberturas sucessivas é um ângulo constante α ;

r é a distância entre o centro do padrão de abertura e o centro da enésima abertura; e

c é um fator de escala constante

em que o padrão de abertura tem um ângulo de divergência em coordenadas polares que varia de aproximadamente 100° a aproximadamente 170°.

2. Artigo abrasivo (100), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de** que o padrão de abertura tem um ângulo de divergência em coordenadas polares que varia de aproximadamente 135° a aproximadamente 139°.

3. Artigo abrasivo (100), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de** que o padrão de abertura tem um ângulo de

divergência que é 137,508°.

4. Artigo abrasivo (100), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de** que as aberturas têm um tamanho variando de aproximadamente 0,25% a aproximadamente 5% da dimensão mais longa da superfície abrasiva.

5. Artigo abrasivo (100), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de** que o artigo abrasivo (100) é um artigo abrasivo revestido (700), compreendendo uma camada de apoio (701) tendo um primeiro lado maior (703) e um segundo lado maior (705); e

uma camada abrasiva (707) disposta no primeiro lado maior (703), em que a camada abrasiva (707) compreende um ligante e uma pluralidade de grãos abrasivos (711);

em que uma pluralidade de aberturas (101) perfura a camada de apoio (701) e a camada abrasiva (707).

6. Método para a produção de um artigo abrasivo (100), conforme definido na reivindicação 1, compreendendo:

posicionar uma camada abrasiva (707) sobre um apoio (701);

a perfuração da camada abrasiva (707) e do apoio (701) para criar uma pluralidade de aberturas (101), em que o padrão de abertura tem uma assimetria controlada, em que o padrão de abertura é rotacionalmente assimétrico em torno do centro do padrão de abertura e, em que as aberturas são dispostas em um padrão de abertura tendo uma distribuição não uniforme controlada que é um padrão filotáxico, um padrão assimétrico **caracterizado pelo fato de** que o padrão de abertura é descrito em coordenadas polares pela seguinte equação:

$$\varphi = n * \alpha, \quad r = c\sqrt{n} \quad (\text{Eq. 1})$$

onde:

n é o número de ordem de uma abertura, contando-se para fora do centro do padrão de abertura;

φ é o ângulo entre uma direção de referência e um vetor de posição

da enésima abertura em um sistema de coordenadas polares originando-se no centro do padrão de abertura, tal que o ângulo de divergência entre os vetores posição de quaisquer duas aberturas sucessivas é um ângulo constante α ;

r é a distância entre o centro do padrão de abertura e o centro da enésima abertura; e

c é um fator de escala constante

em que o padrão de abertura tem um ângulo de divergência em coordenadas polares que varia de aproximadamente 100° a aproximadamente 170° .

7. Base de apoio, compreendendo um padrão de vias de fluxo de ar, **caracterizado pelo fato de** que as vias de fluxo de ar têm um ou mais orifícios ou aberturas ou combinações dos mesmos dispostos junto ou dentro das vias de fluxo de ar, o padrão de vias de fluxo de ar é gerado a partir de coordenadas x e y de um padrão de distribuição não uniforme controlada, em que as coordenadas x e y do padrão de distribuição não uniforme controlada são transpostas e rotacionadas de acordo com a equação (II) abaixo, para determinar as coordenadas x' e y' do padrão de vias de fluxo de ar em que θ é igual a π/n em radianos e n é qualquer número inteiro:

$$(II) \quad \begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\theta & -\sin\theta \\ \sin\theta & \cos\theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix}$$

8. Base de apoio, de acordo com a reivindicação 7, **caracterizada pelo fato de** que o padrão de distribuição não uniforme controlada é a equação de Vogel conforme descrito em coordenadas polares pela seguinte equação:

$$\varphi = n * \alpha, \quad r = c\sqrt{n} \quad (\text{Eq. 1})$$

onde:

n é o número de ordem de uma abertura, contando-se para fora do

centro do padrão de abertura;

φ é o ângulo entre uma direção de referência e um vetor de posição da n -ésima abertura em um sistema de coordenadas polares, originando-se no centro do padrão de abertura, tal que o ângulo de divergência entre os vetores posição de quaisquer duas aberturas sucessivas é um ângulo constante α ;

r é a distância entre o centro do padrão de abertura e o centro da n -ésima abertura; e

c é um fator de escala constante.

9. Base de apoio, de acordo com a reivindicação 7, **caracterizado pelo fato de** que n é qualquer número inteiro de 1 a 10.

10. Sistema abrasivo compreendendo um abrasivo revestido (700), de acordo com a reivindicação 1, e uma base de apoio, **caracterizado pelo fato de** que a base de apoio compreende uma pluralidade de vias de fluxo de ar dispostas em um padrão adaptado para corresponder às aberturas (101) do abrasivo revestido (700).

11. Sistema, de acordo com a reivindicação 10, **caracterizado pelo fato de** que o padrão de vias de fluxo de ar é gerado a partir de coordenadas x e y do padrão de abertura.

12. Sistema, de acordo com a reivindicação 10, **caracterizado pelo fato de** que o padrão de vias de fluxo de ar compreende vias de fluxo de ar em espiral que irradiam, e em que as coordenadas x e y do padrão de abertura são transpostas e rotacionadas de acordo com a equação (II) abaixo, para determinar as coordenadas x' e y' do padrão de vias de fluxo de ar, em que θ é igual a π/n em radianos e n é qualquer número inteiro:

$$(II) \quad \begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\theta & -\sin\theta \\ \sin\theta & \cos\theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix}$$

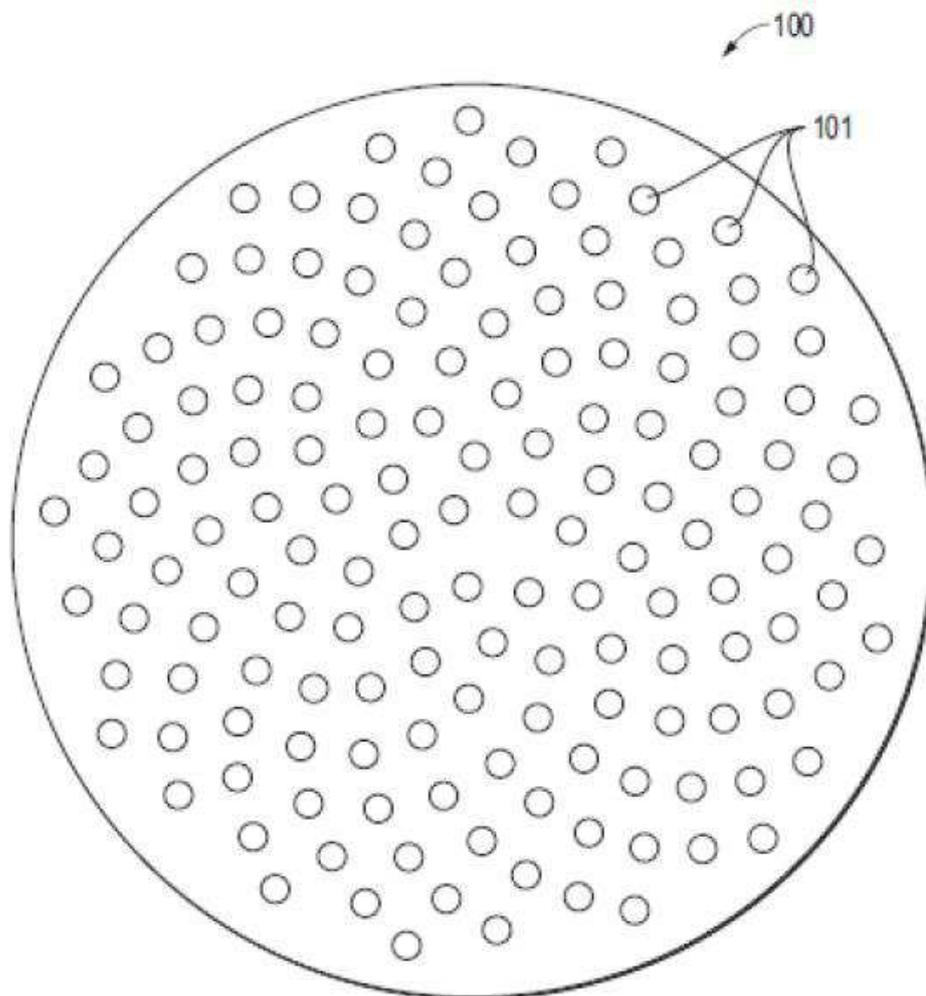


FIG. 1

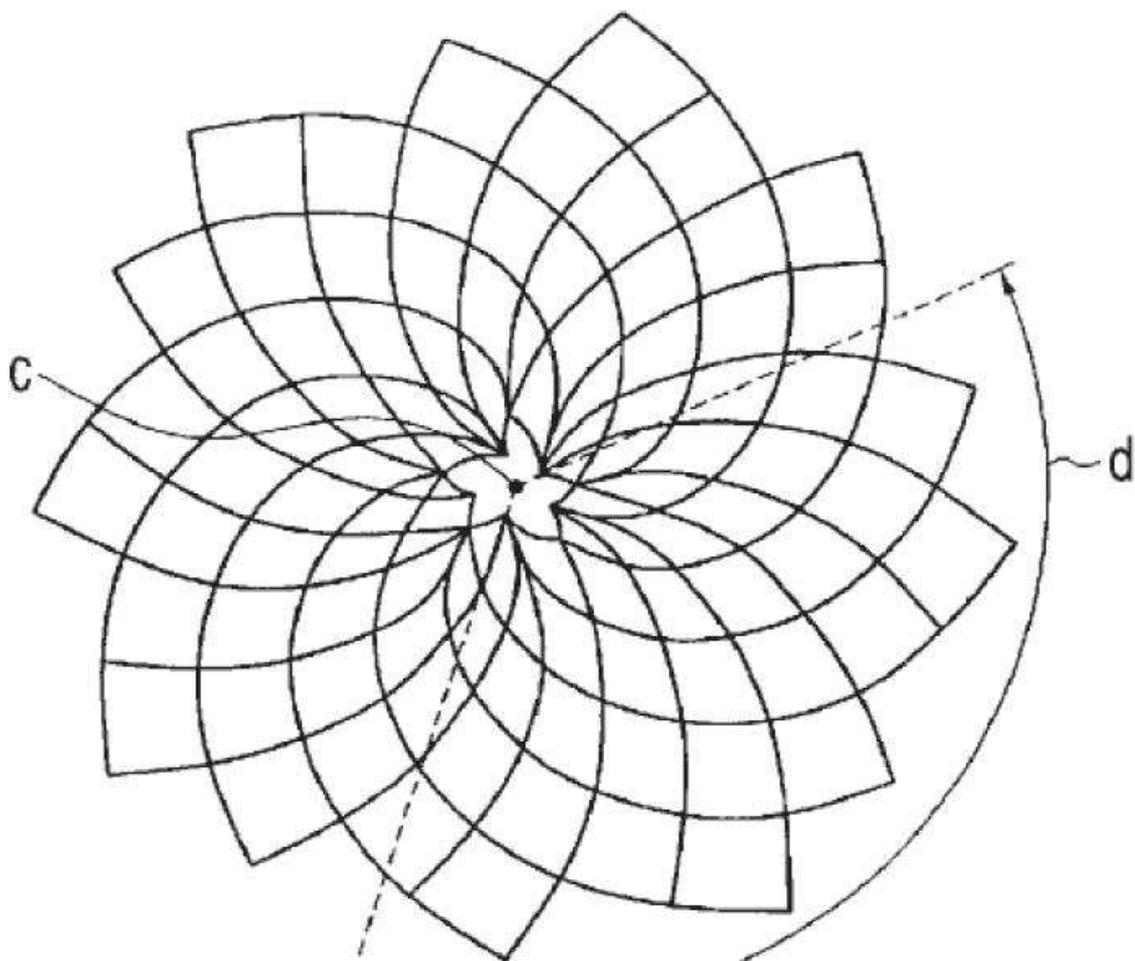


FIG. 2

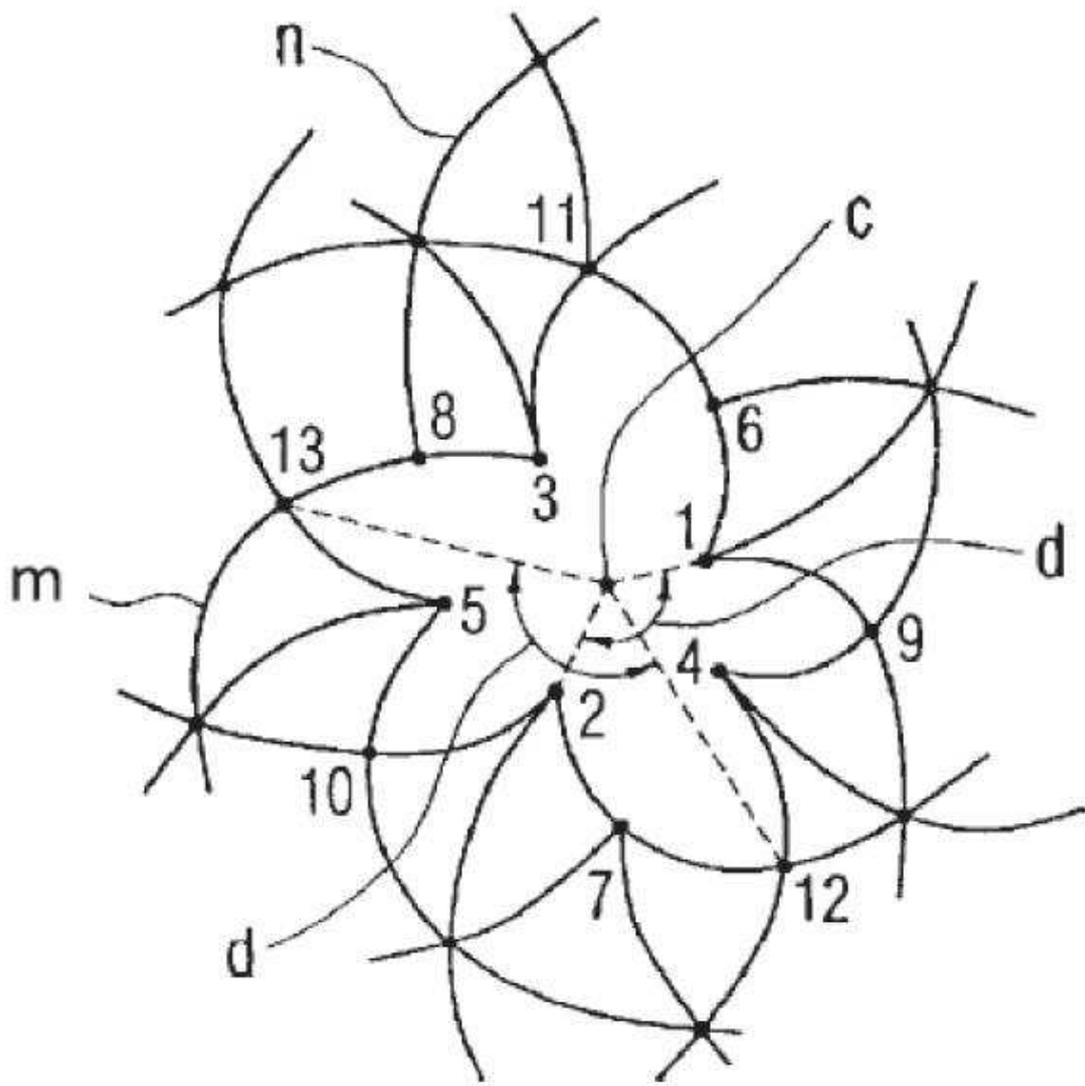


FIG. 3

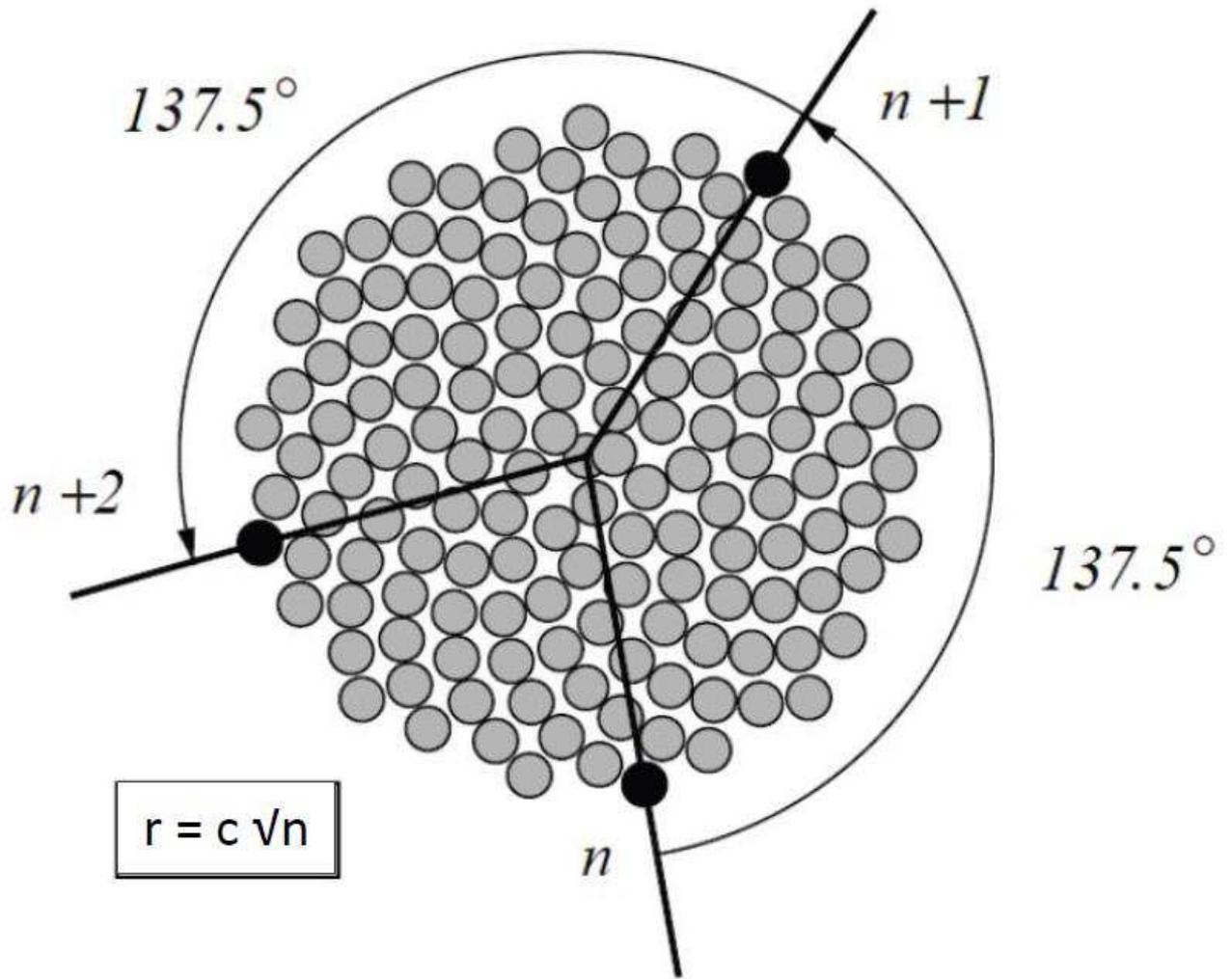


FIG. 4



FIG. 5A

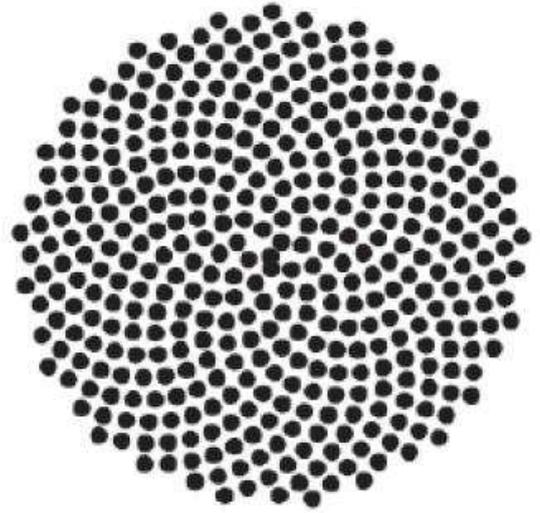


FIG. 5B



FIG. 5C



FIG. 6A

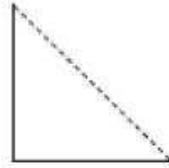


FIG. 6B

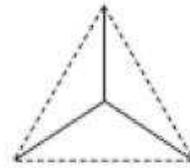


FIG. 6C

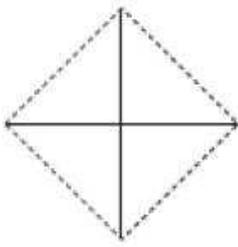


FIG. 6D

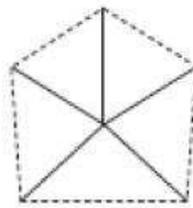


FIG. 6E

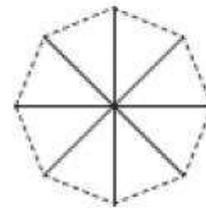


FIG. 6F

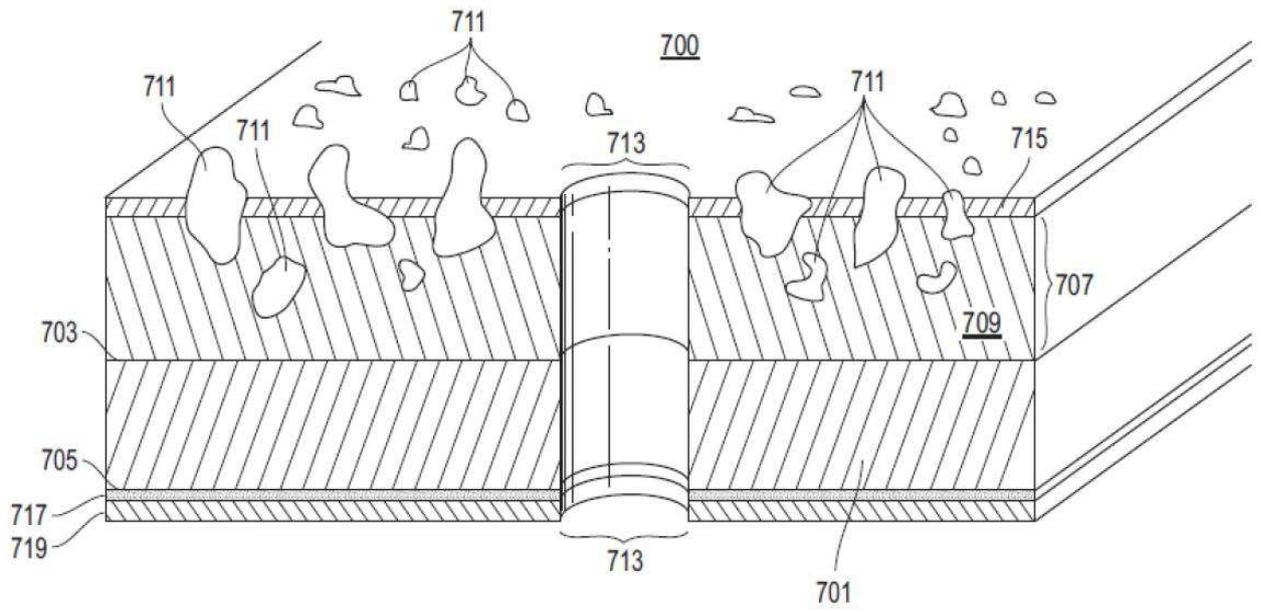


FIG. 7

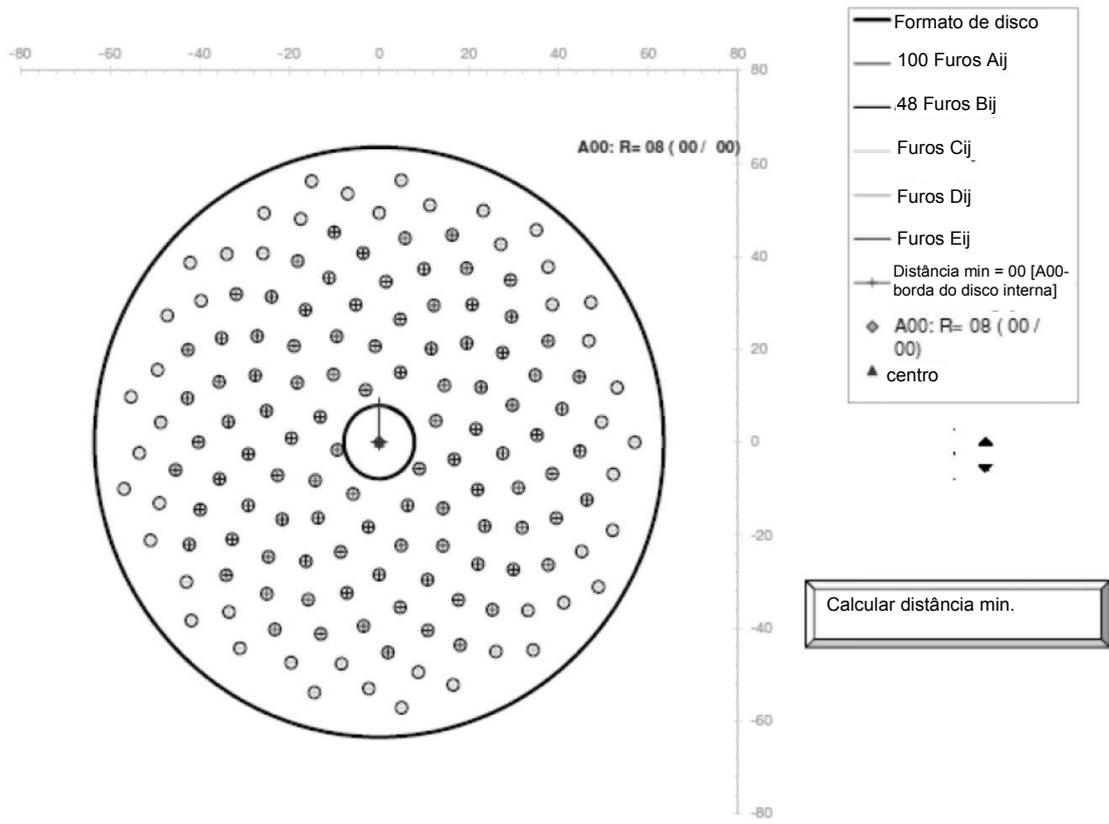


FIG. 8

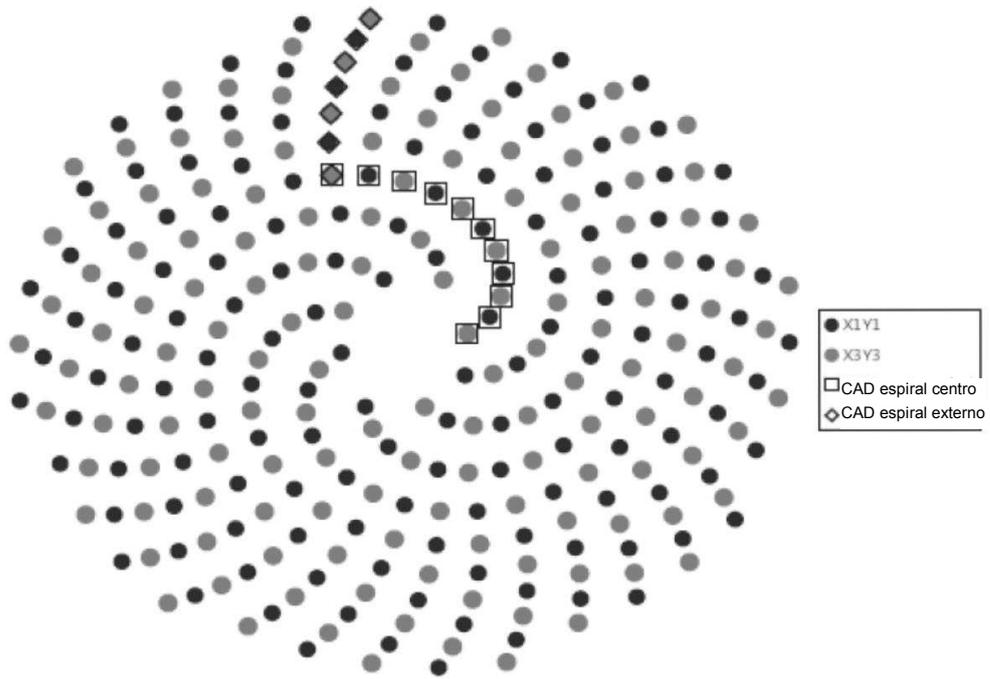


FIG. 9



FIG. 10

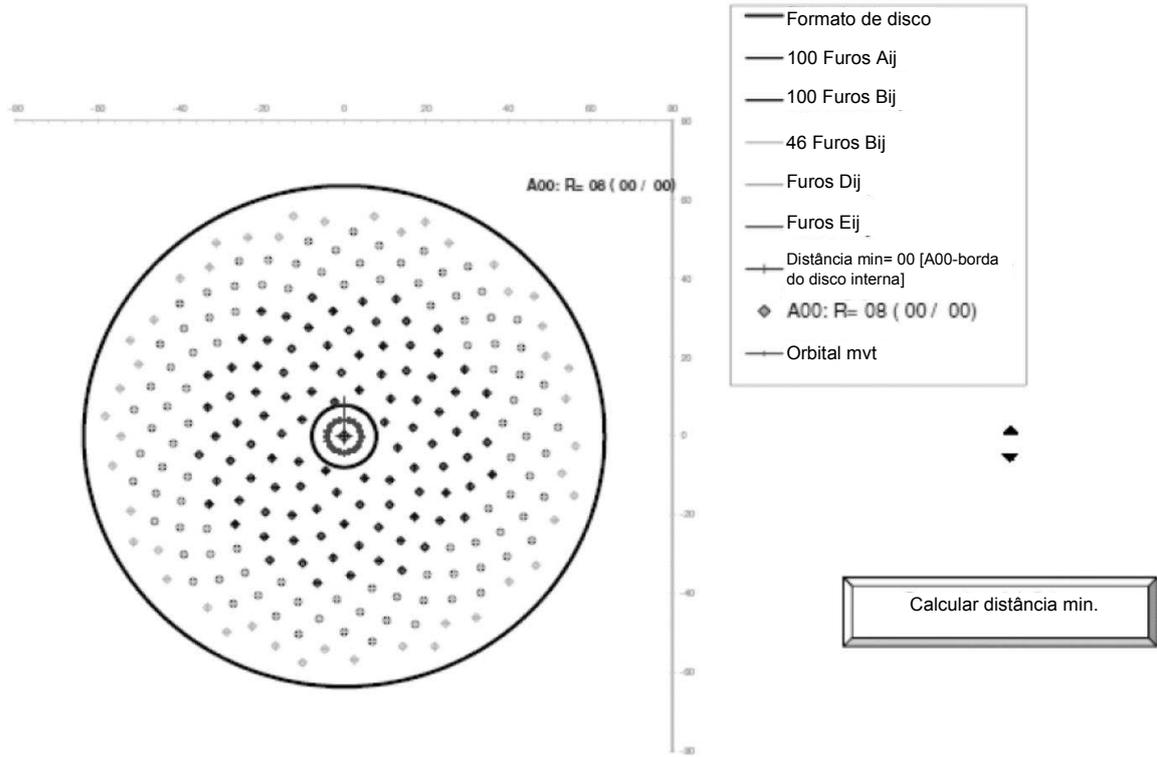


FIG. 11



FIG. 12

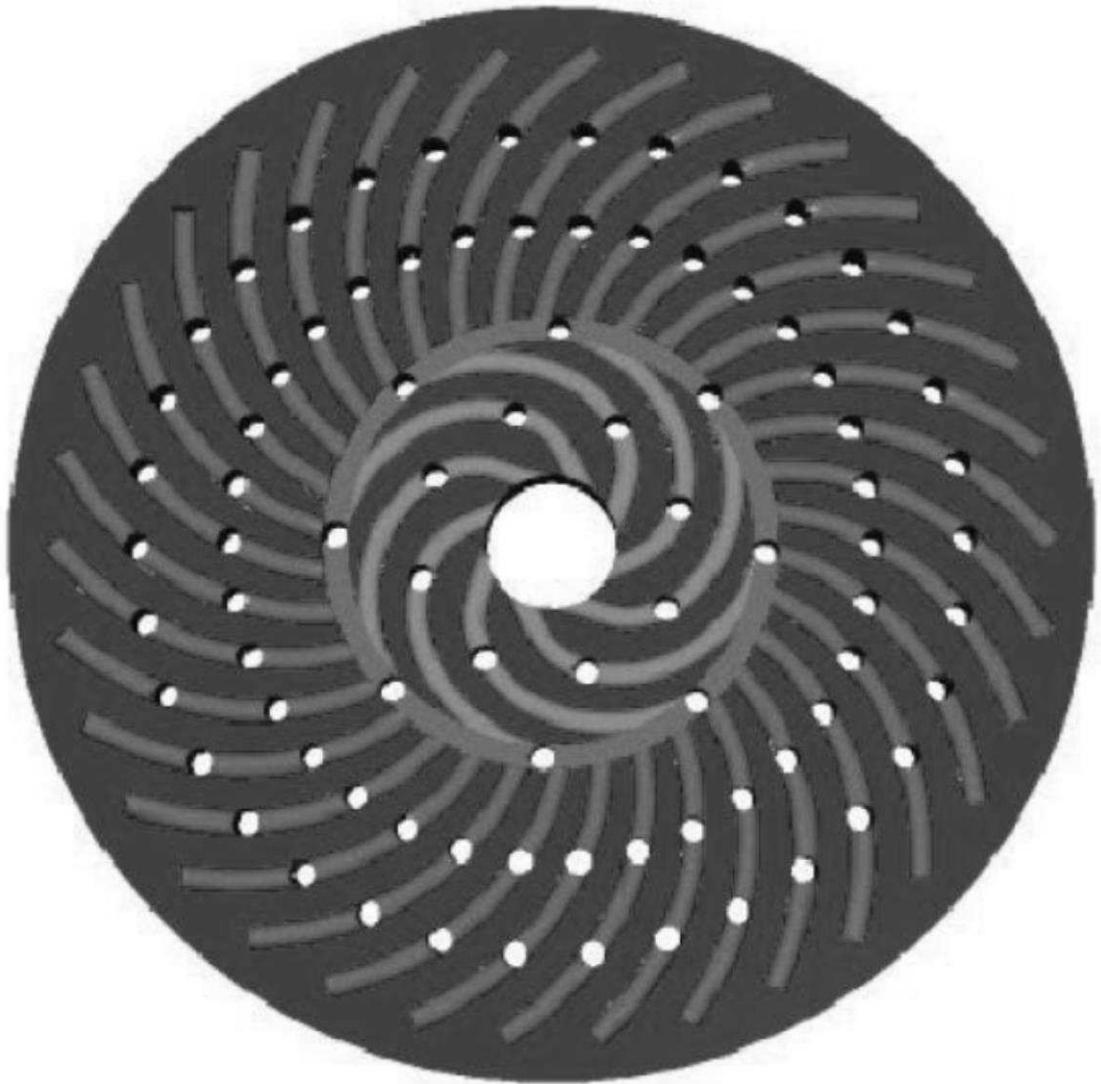


FIG. 13

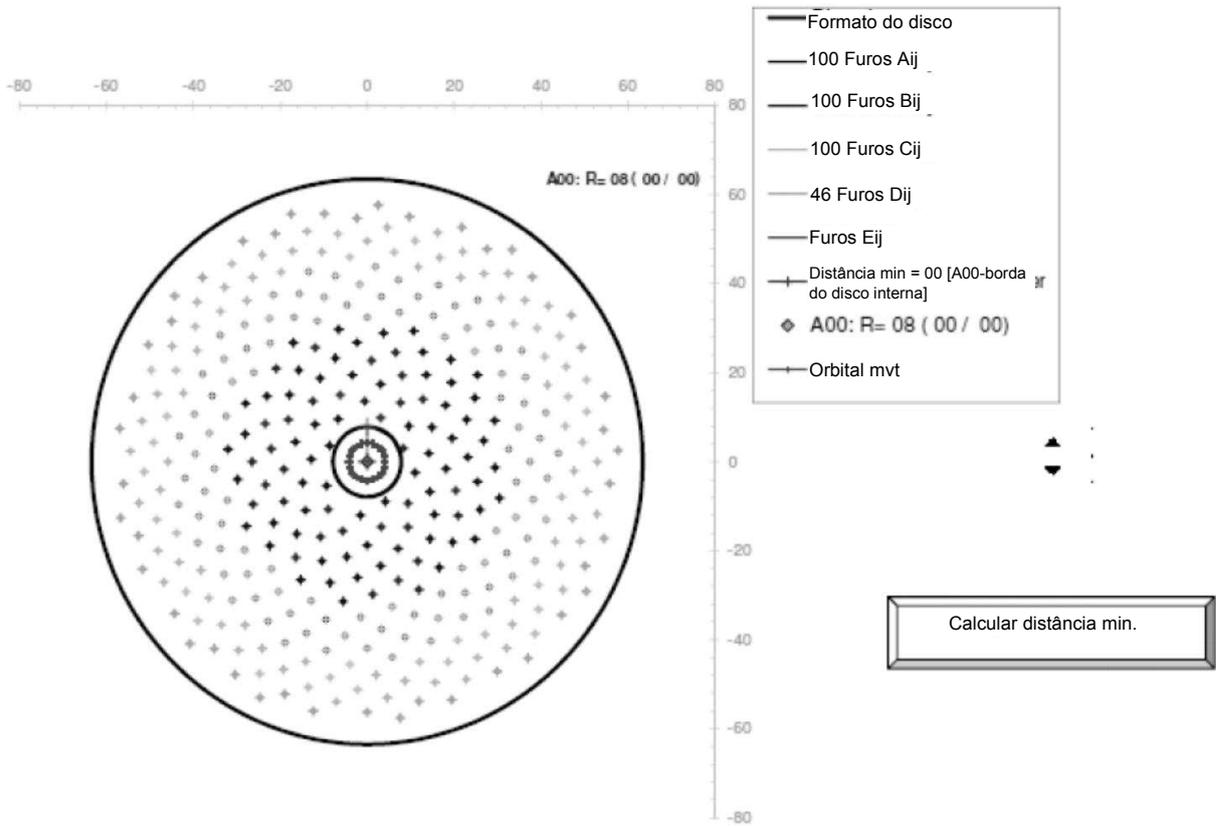


FIG. 14



FIG. 15



FIG. 16

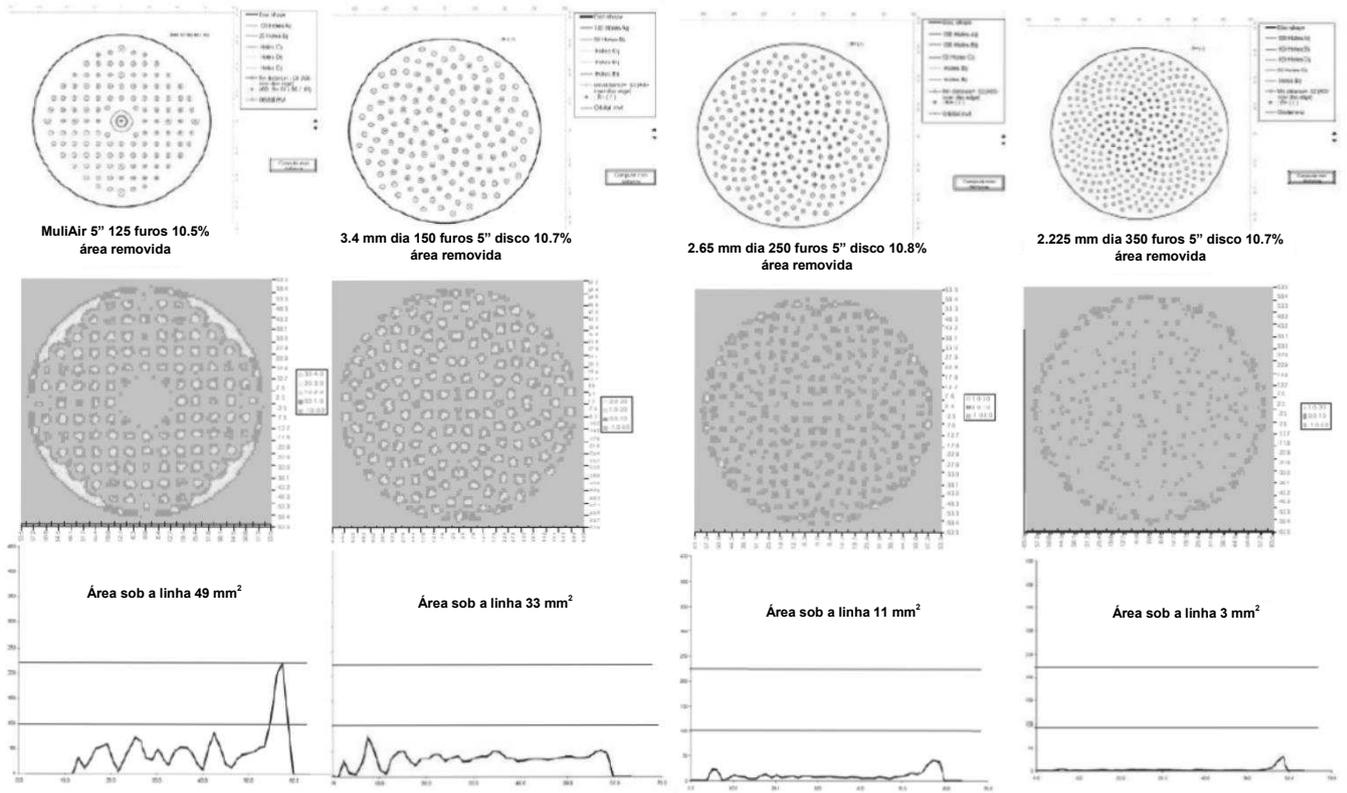
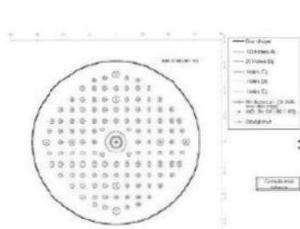


FIG. 17A

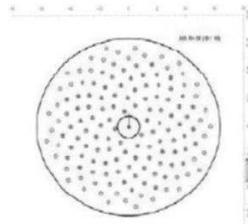
FIG. 17B

FIG. 17C

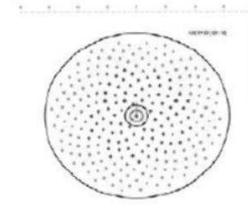
FIG. 17D



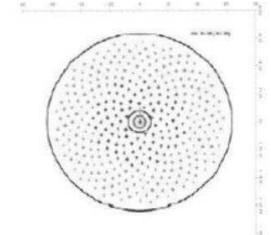
MuliAir 5" 125 furos 10.5%
área removida



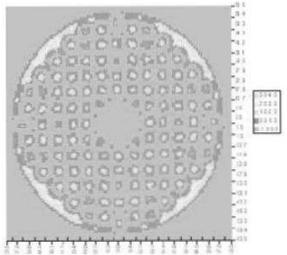
2.6 mm dia 148 furos 5" disco 7.8%
área removida



1.5 mm dia 246 furos 5" disco 5.0%
área removida



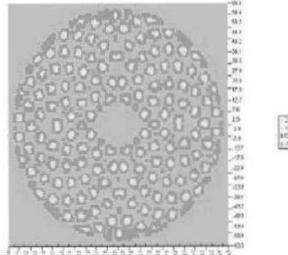
1.0 mm dia 344 furos 5" disco 3.7%
área removida



Área sob a linha 49 mm²



FIG. 18A



Área sob a linha 51 mm²

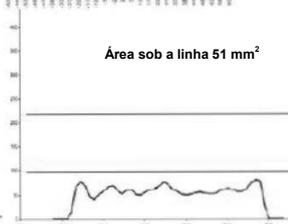
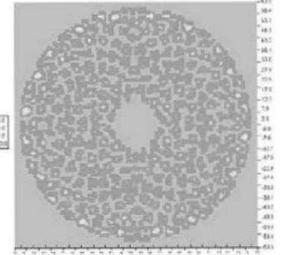


FIG. 18B



Área sob a linha 32 mm²

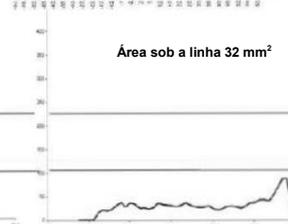
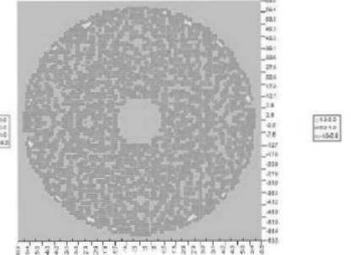


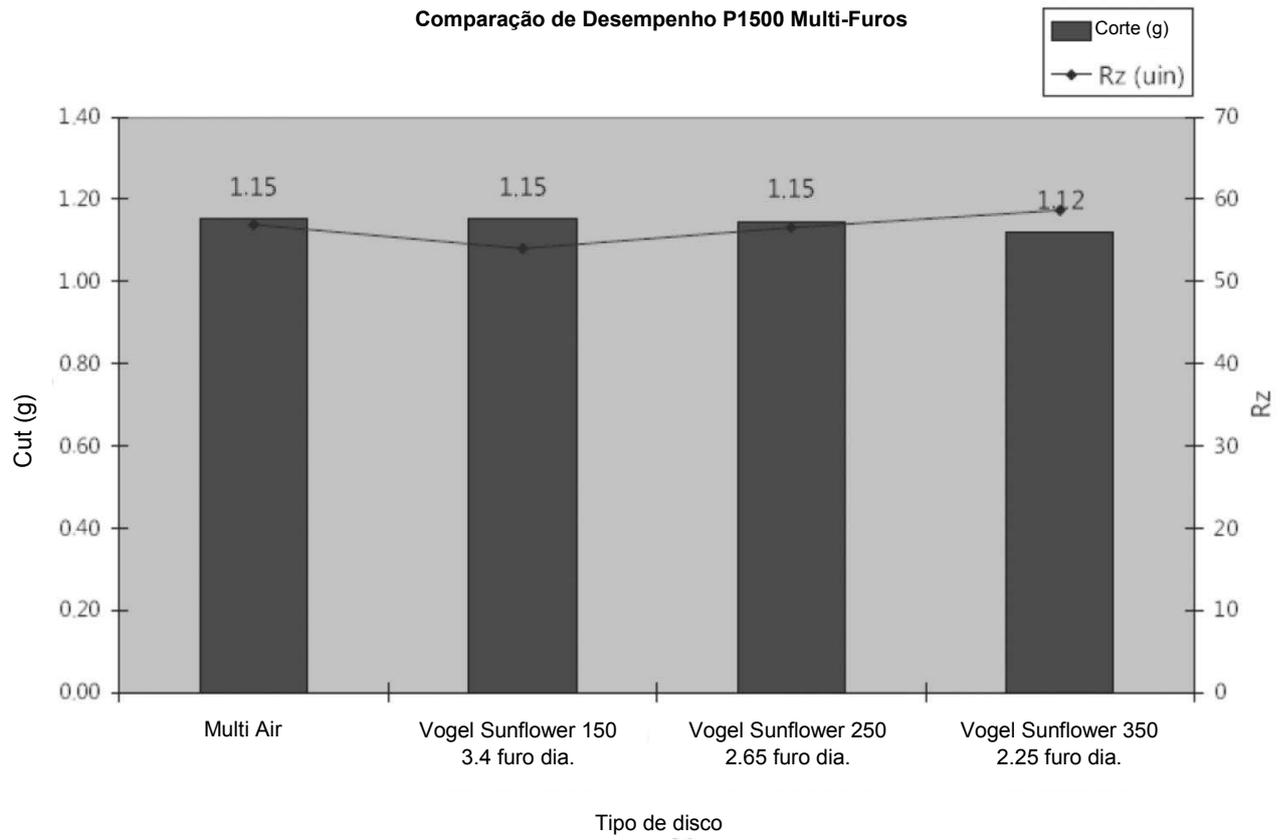
FIG. 18C

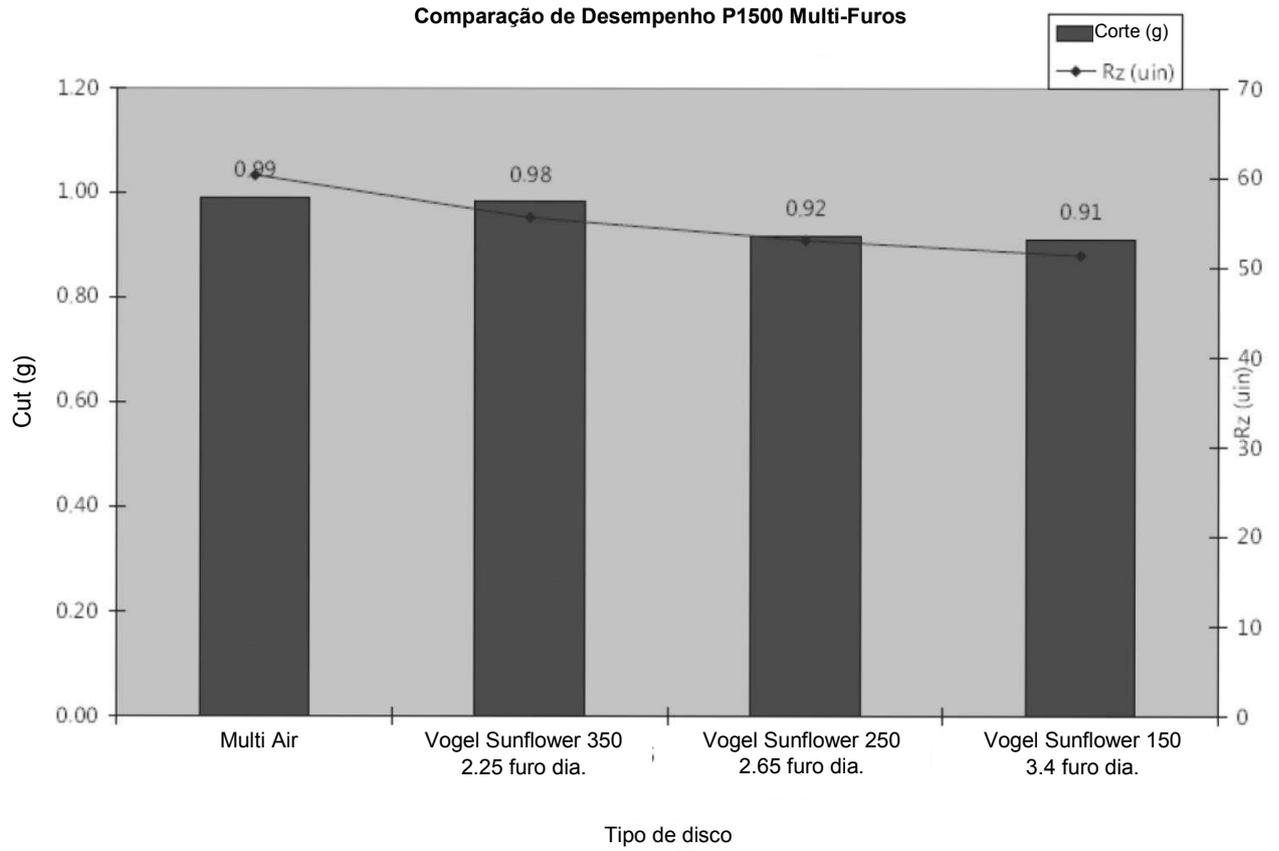


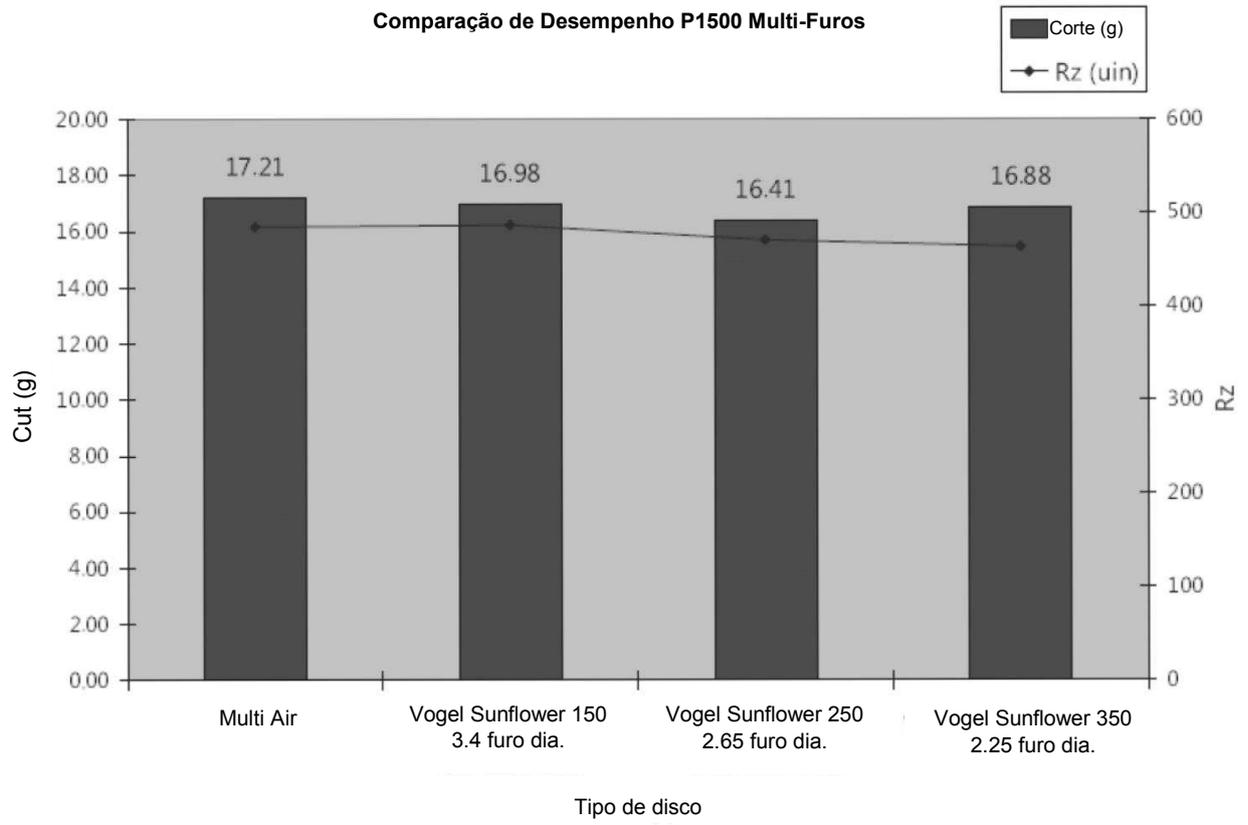
Área sob a linha 22 mm²

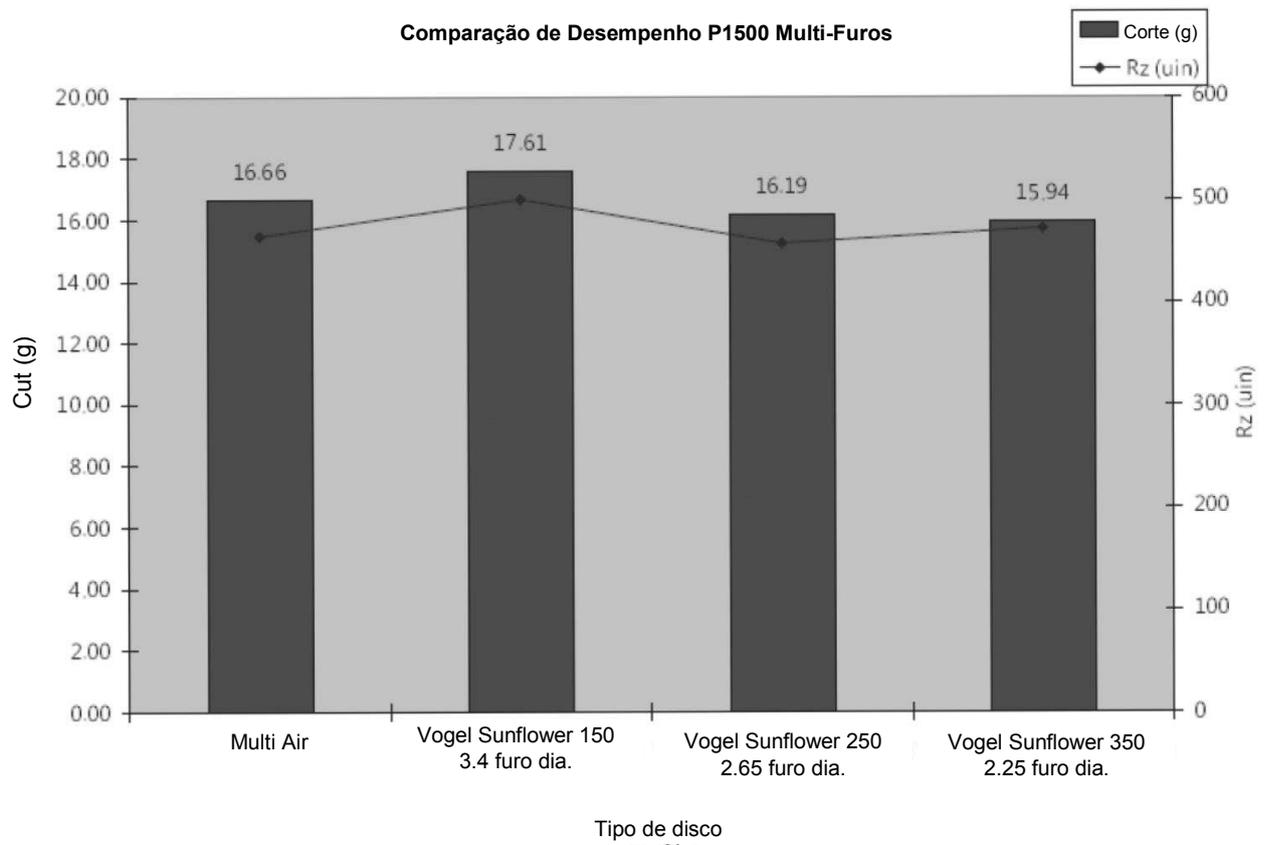


FIG. 18D

**FIG. 19**

**FIG. 20**

**FIG. 21**

**FIG. 22**

Efeito do Design Girassol e Base de Apoio para Grão P1500

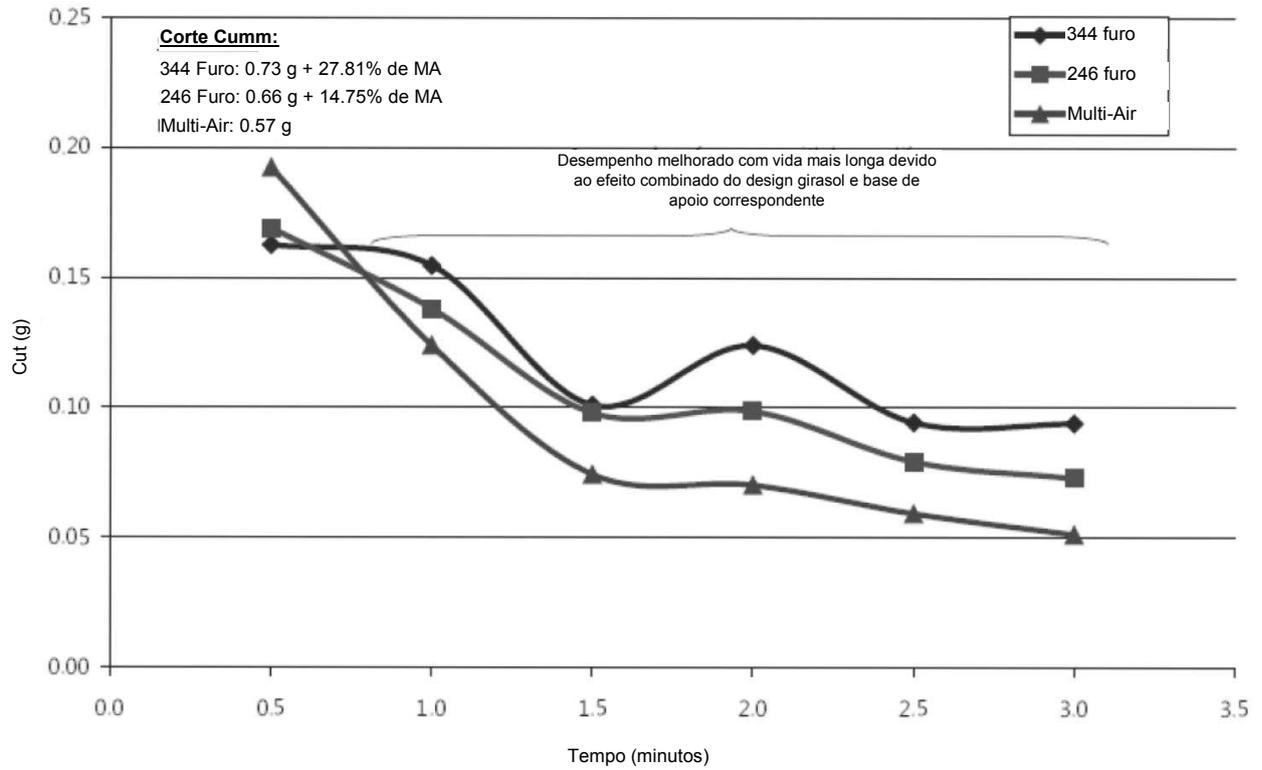


FIG. 23

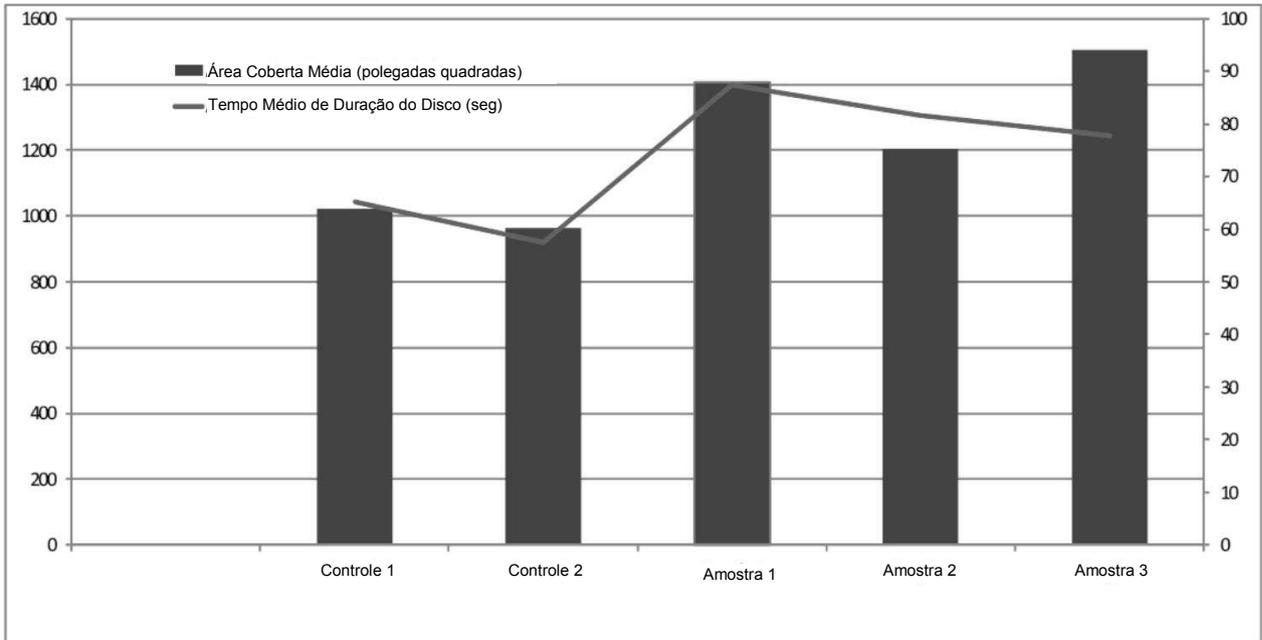


FIG. 24

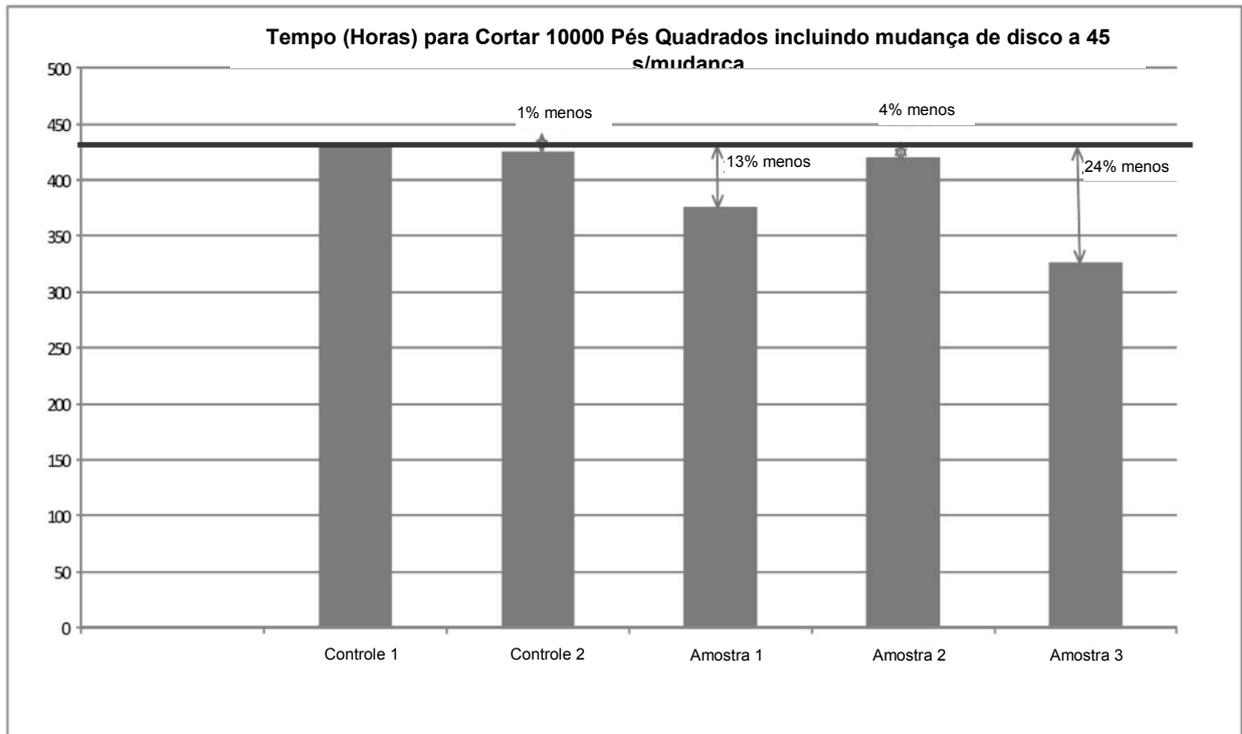


FIG. 25

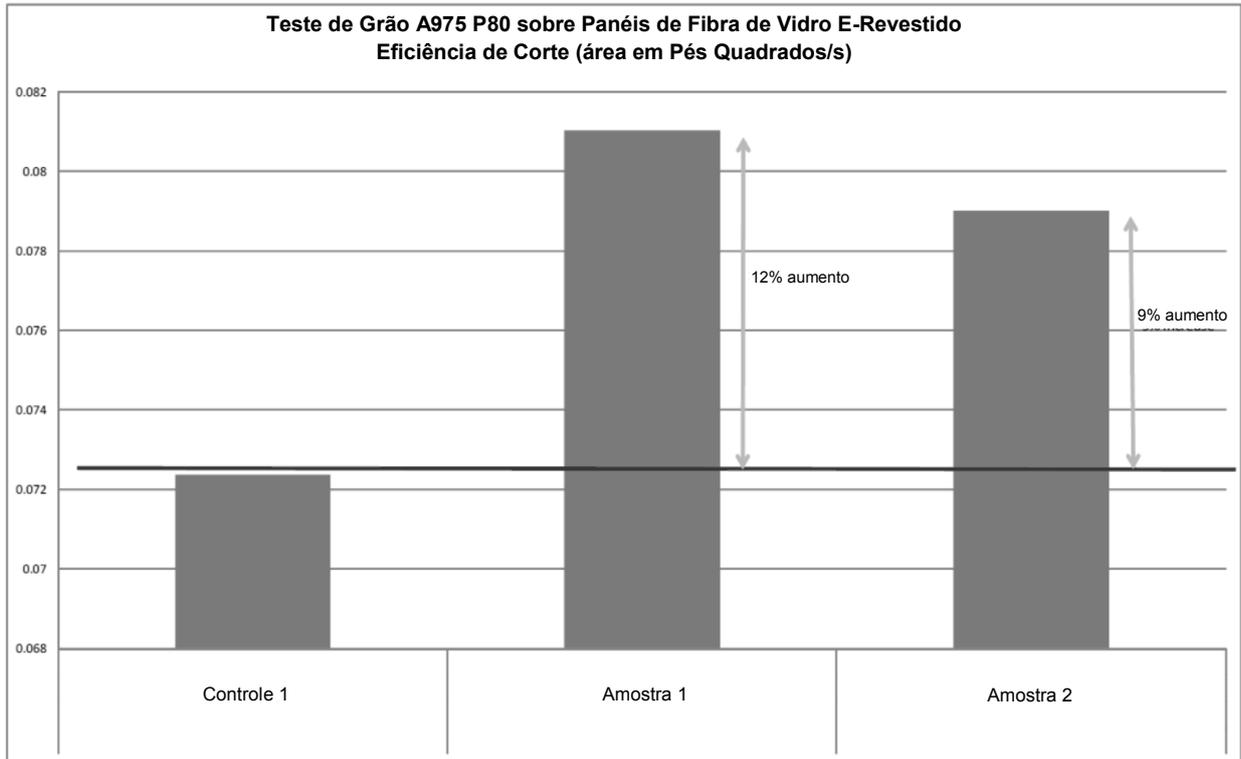


FIG. 26

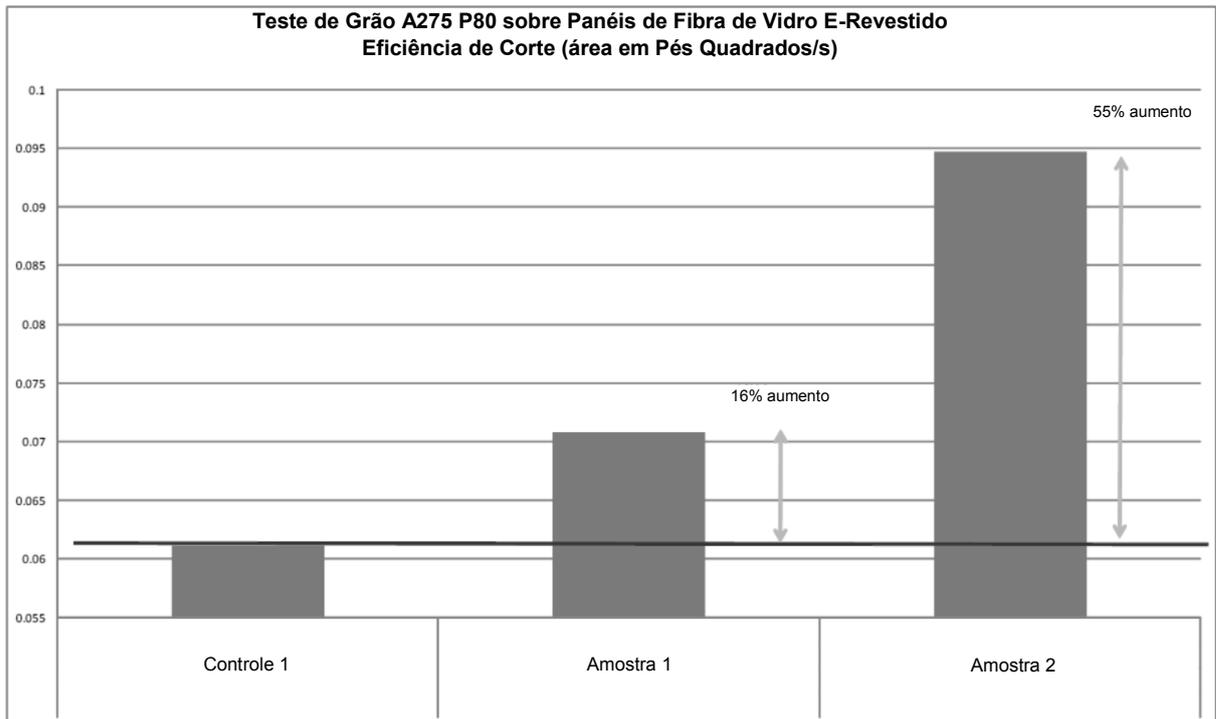


FIG. 27

5in / 150 / 2.6 mm furos

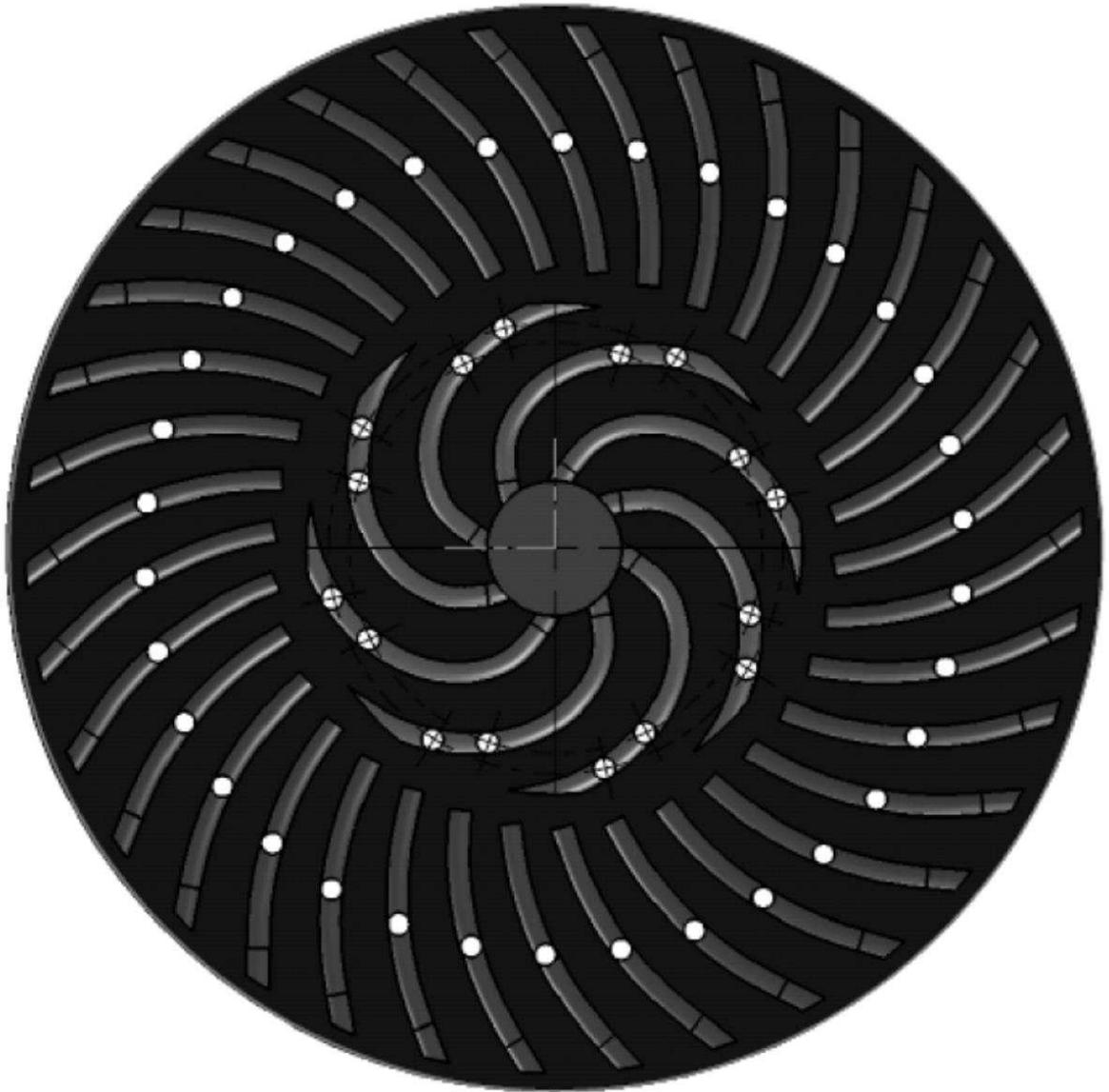


FIG. 28

5in / 250 / 1.5 mm furos



FIG. 29

5in / 350 / 1 mm furos

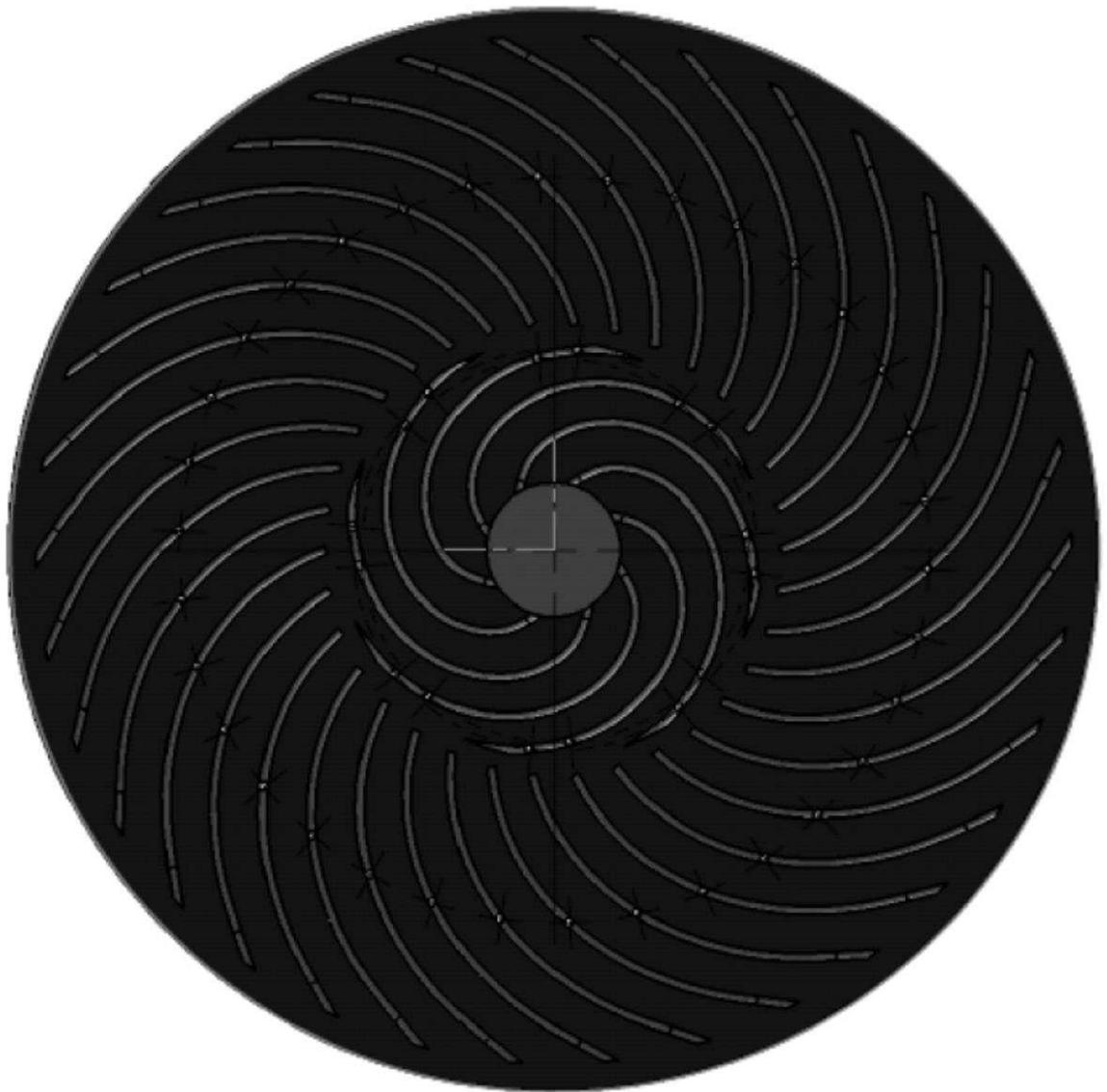


FIG. 30

6in / 246 / 2.6 mm furos

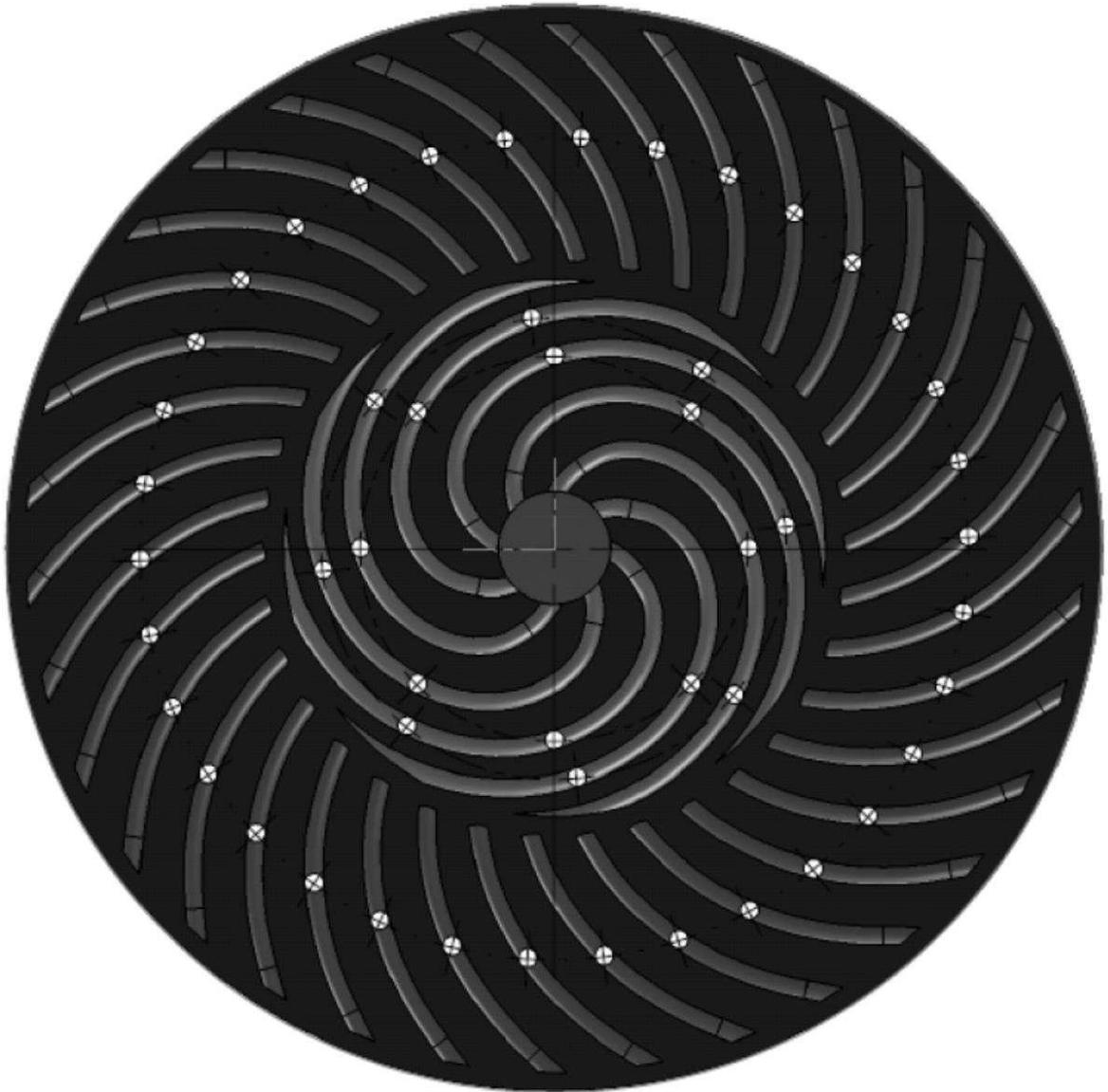


FIG. 31

6in / 345 / 2 mm furos



FIG. 32

6in / 441 / 1.4 mm furos



FIG. 33

Lado abrasivo/ 150 furos / 2.6 mm

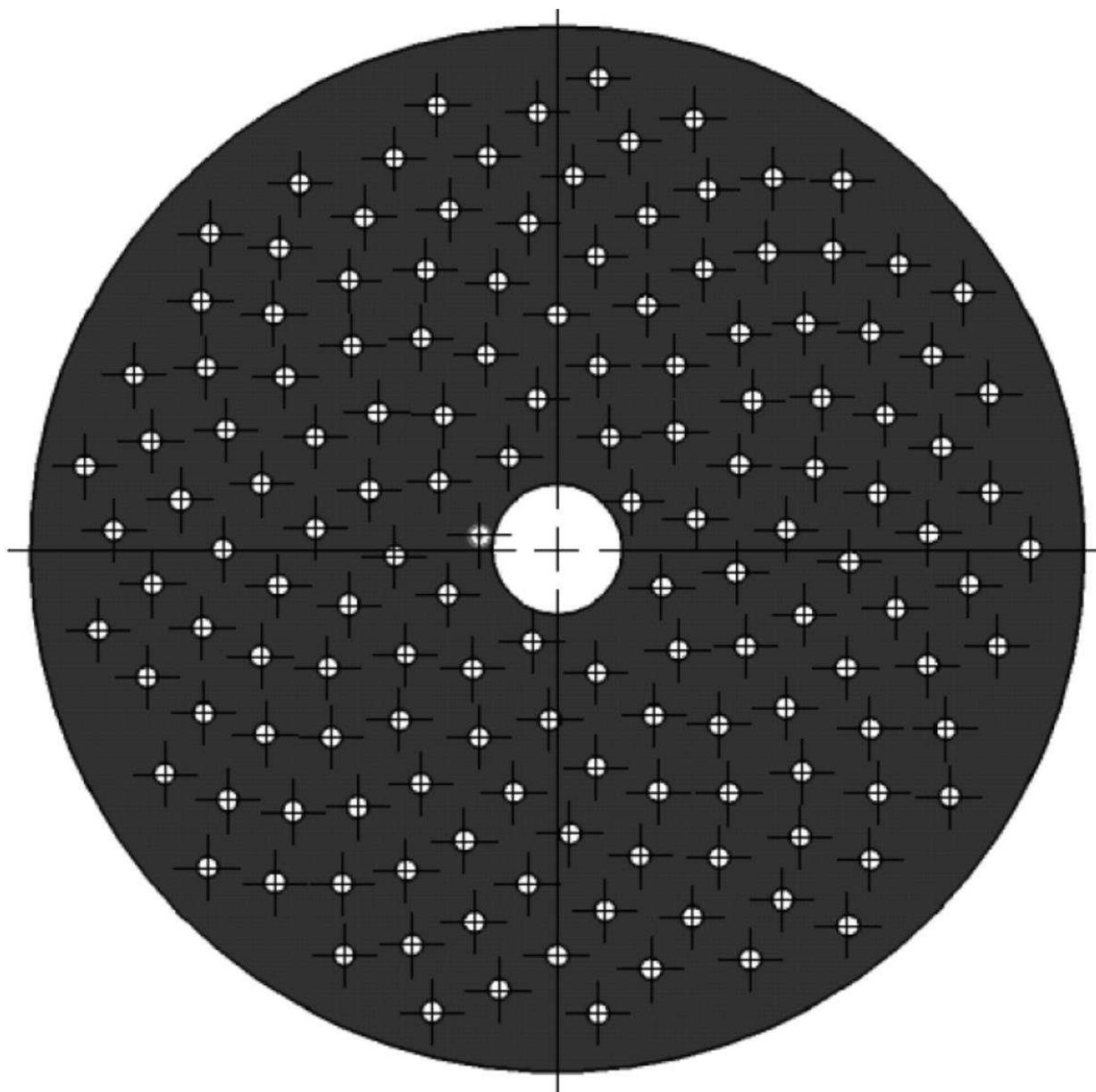


FIG. 34

Lado do velcro / 150 furos / 2.6 mm

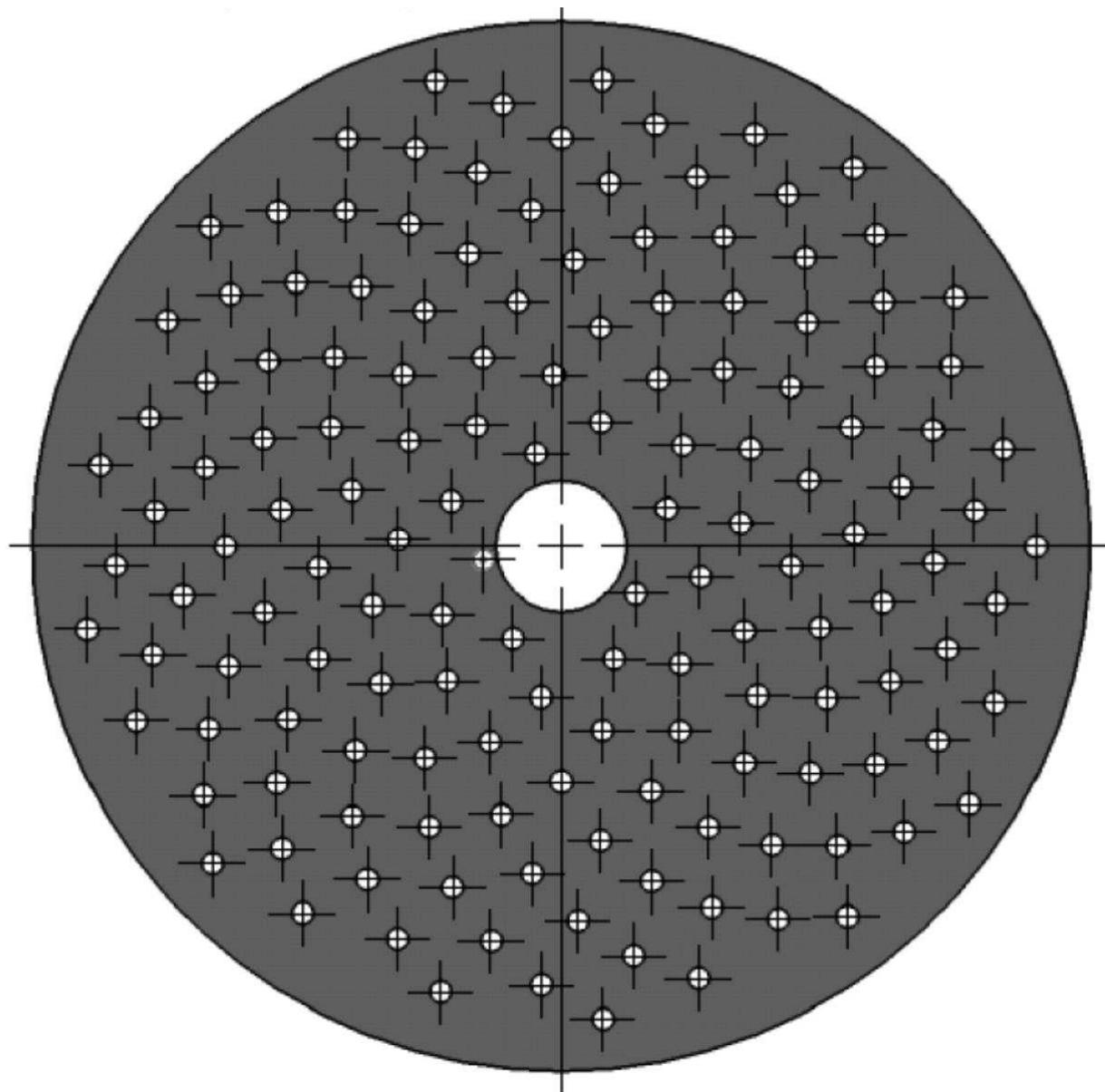


FIG. 35

Lado abrasivo/ 246 furos / 2.6 mm

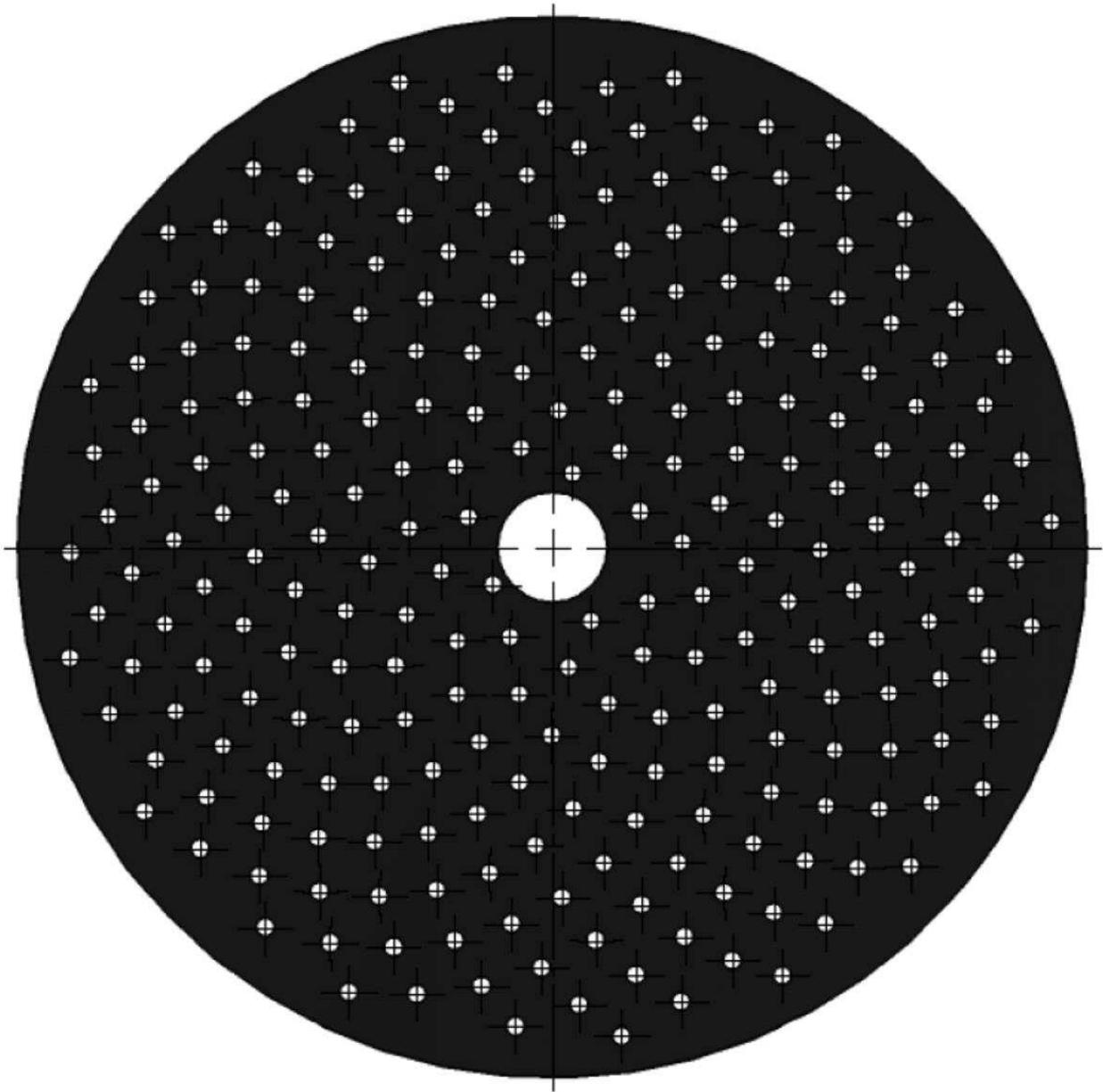


FIG. 36

Lado do velcro/ 246 furos / 2.6 mm

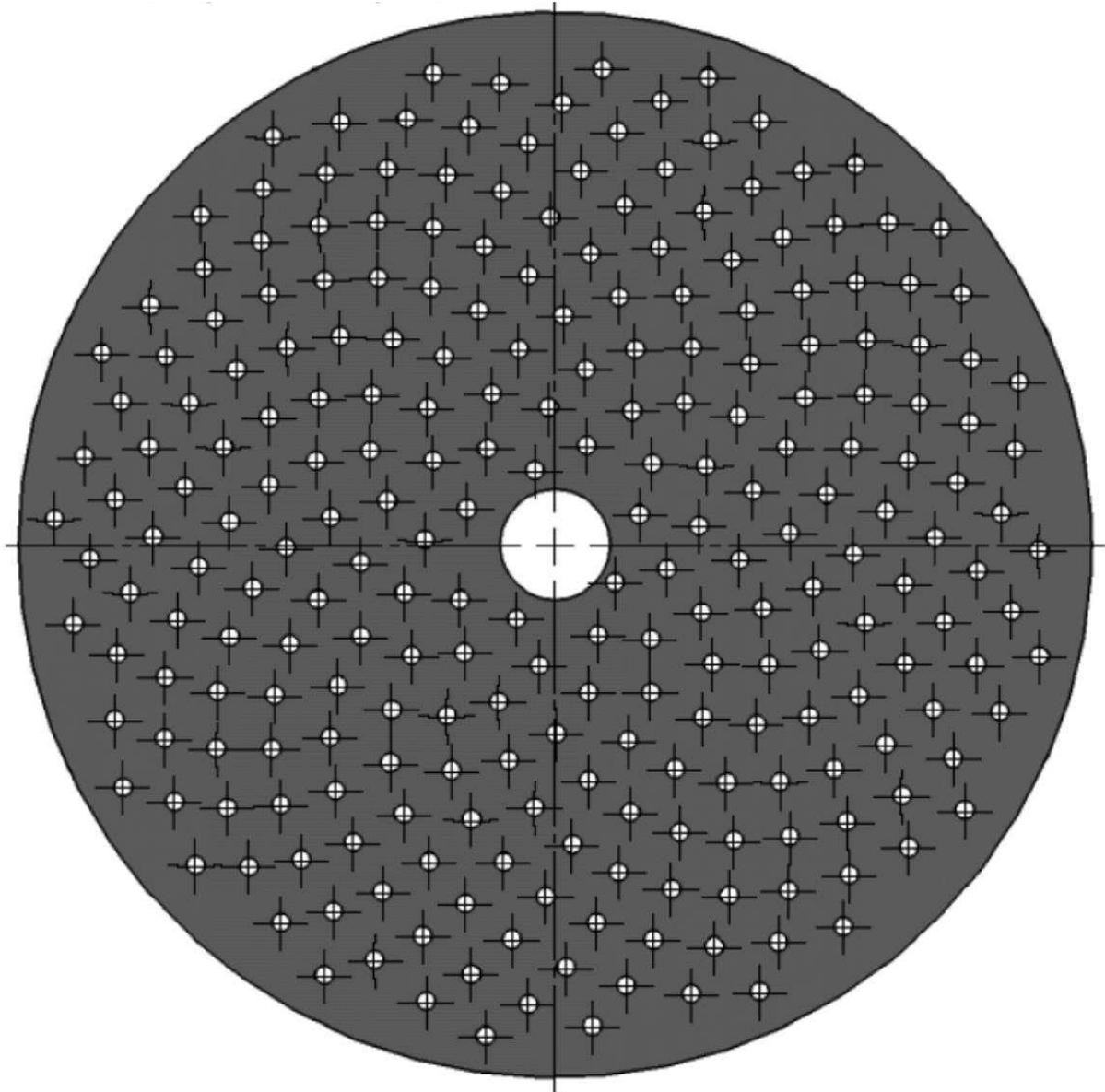


FIG. 37

Lado abrasivo/ 250 furos / 1.5 mm

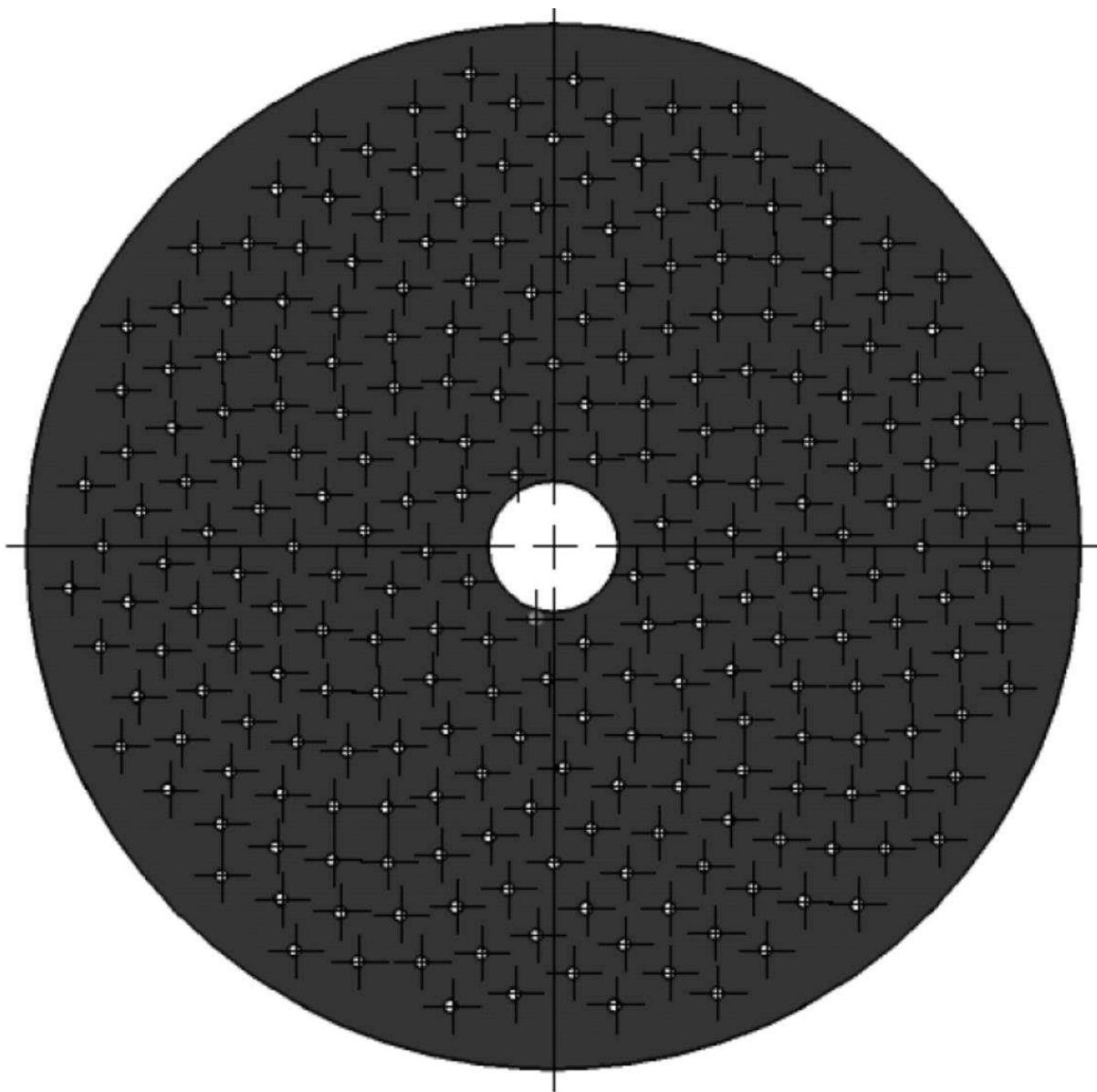


FIG. 38

Lado do velcro/ 250 furos / 1.5 mm

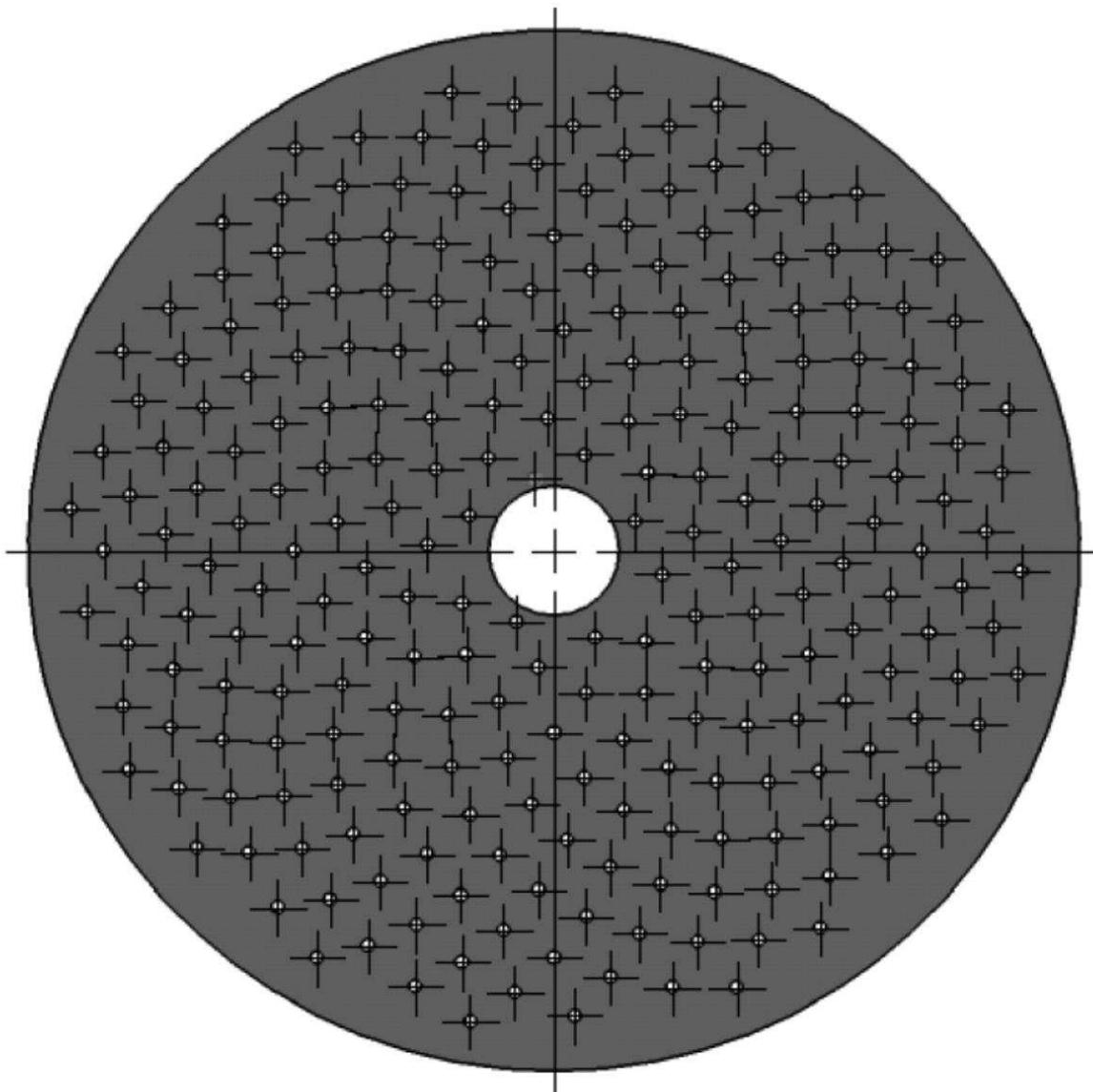


FIG. 39

Lado abrasivo/ 345 furos / 2 mm

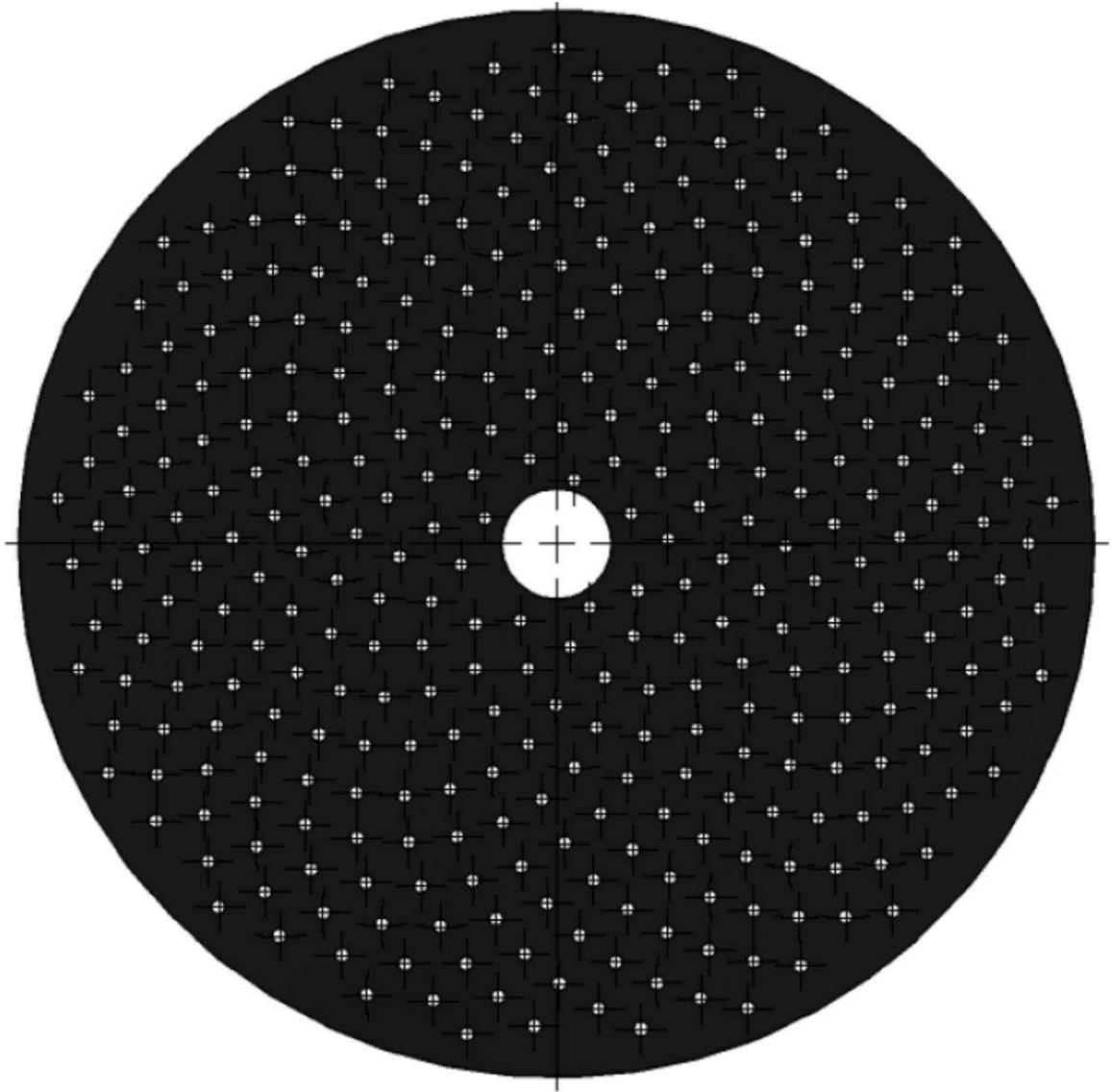


FIG. 40

Lado do velcro / 345 furos / 2 mm

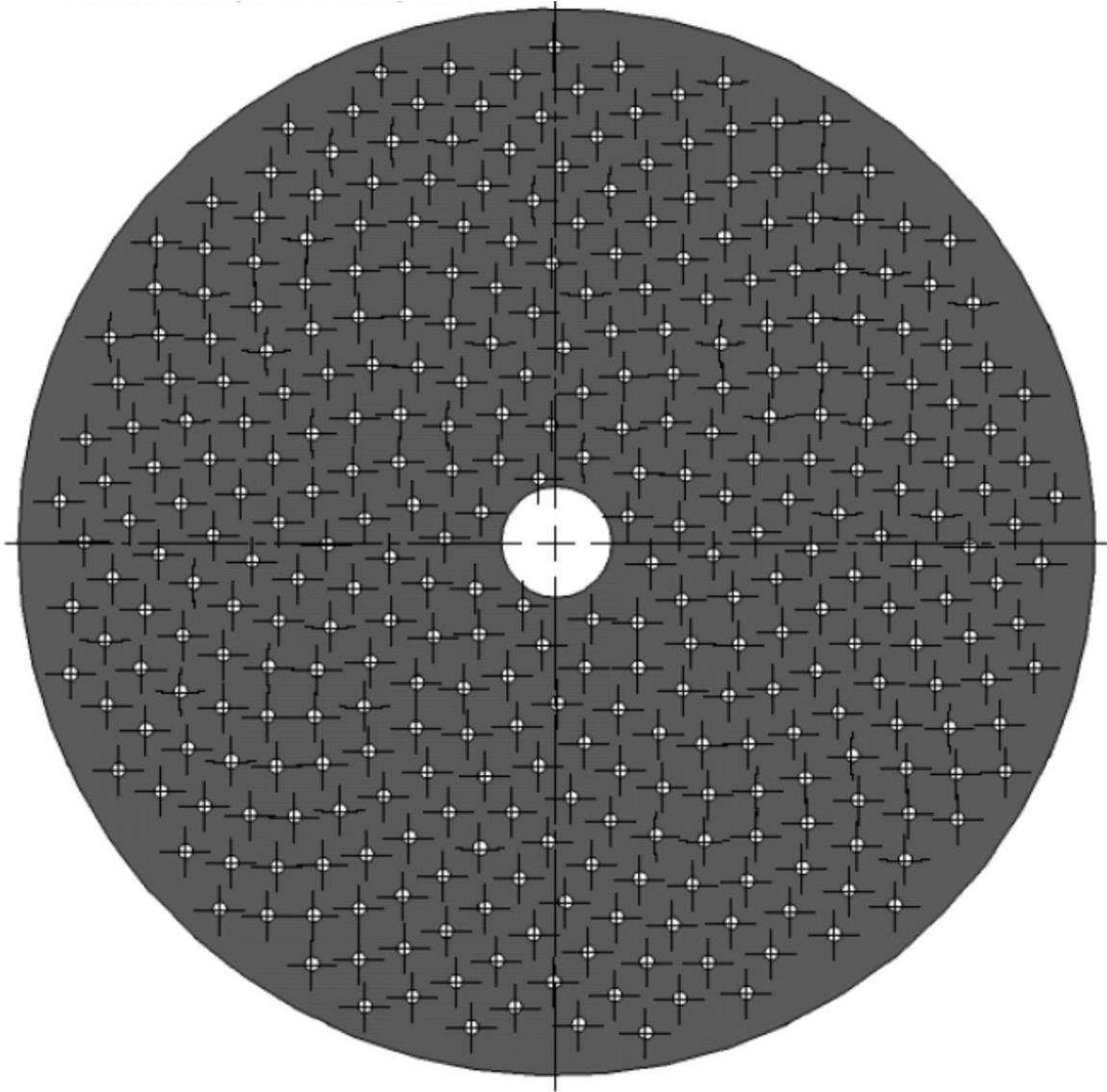


FIG. 41

Lado abrasivo / 350 furos / 1 mm

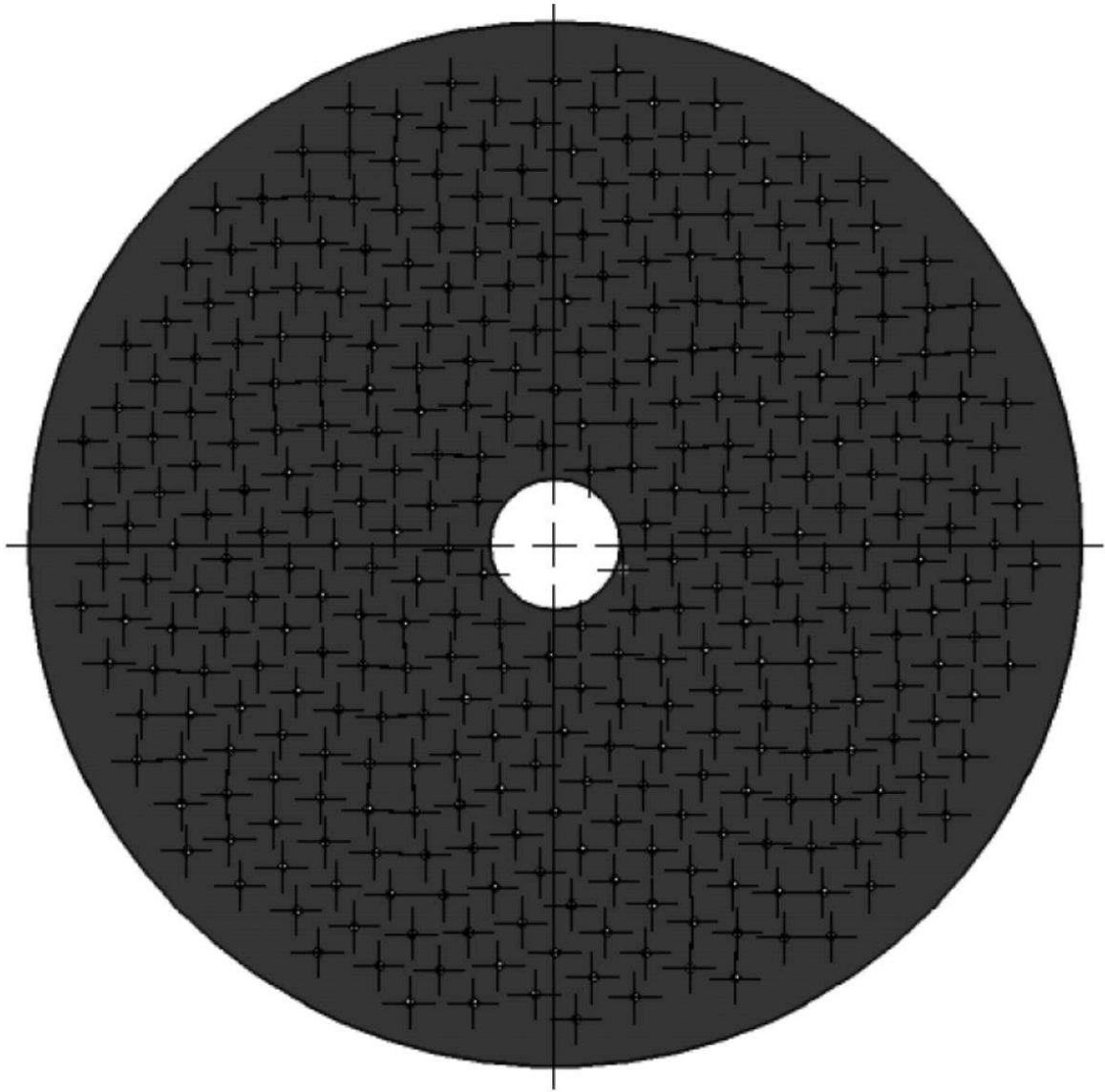


FIG. 42

Lado do velcro/ 350 furos/ 1 mm

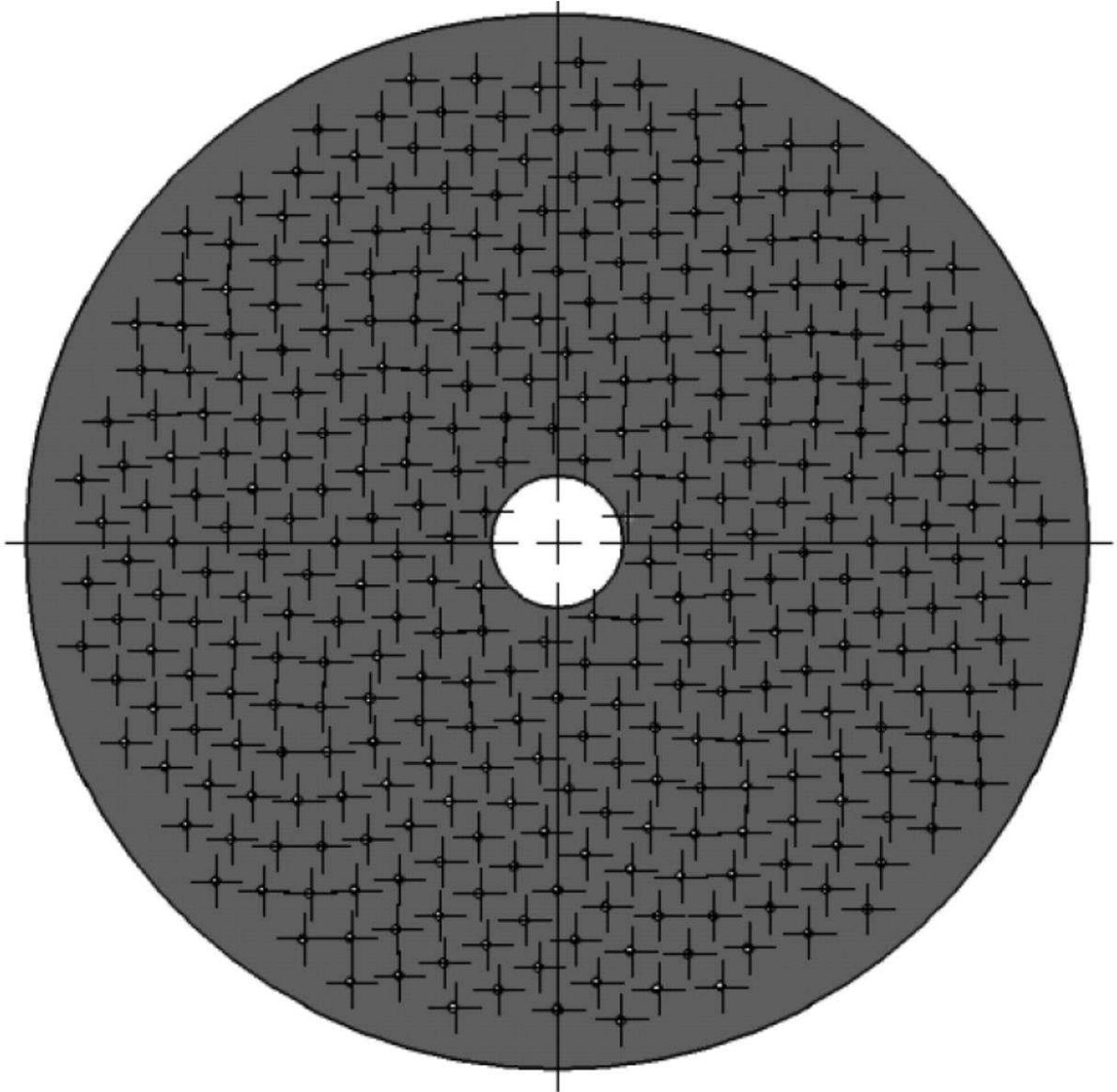


FIG. 43

Lado abrasivo / 441 furos / 1.4 mm

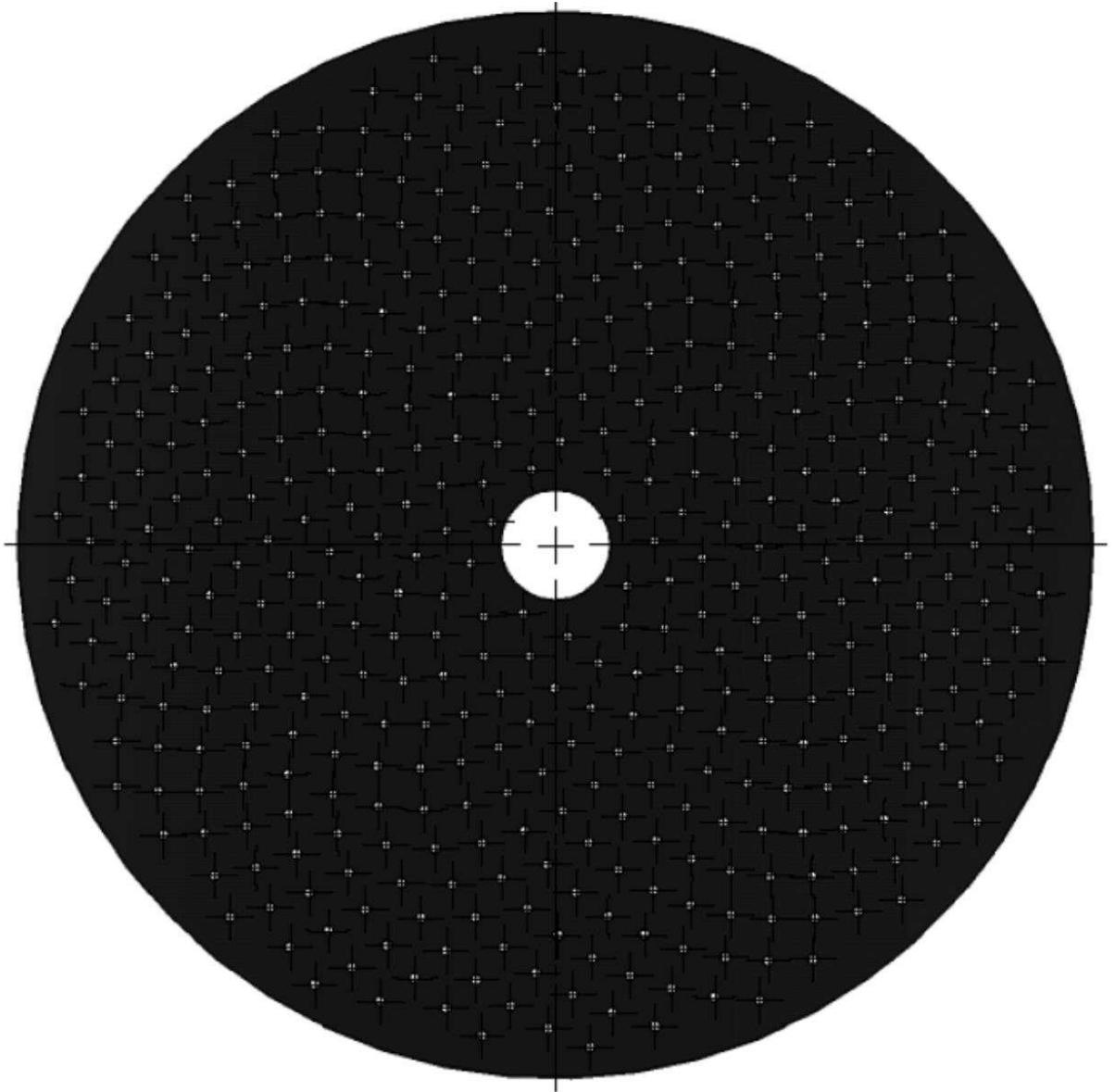


FIG. 44

Lado do velcro / 441 furos/ 1.4 mm

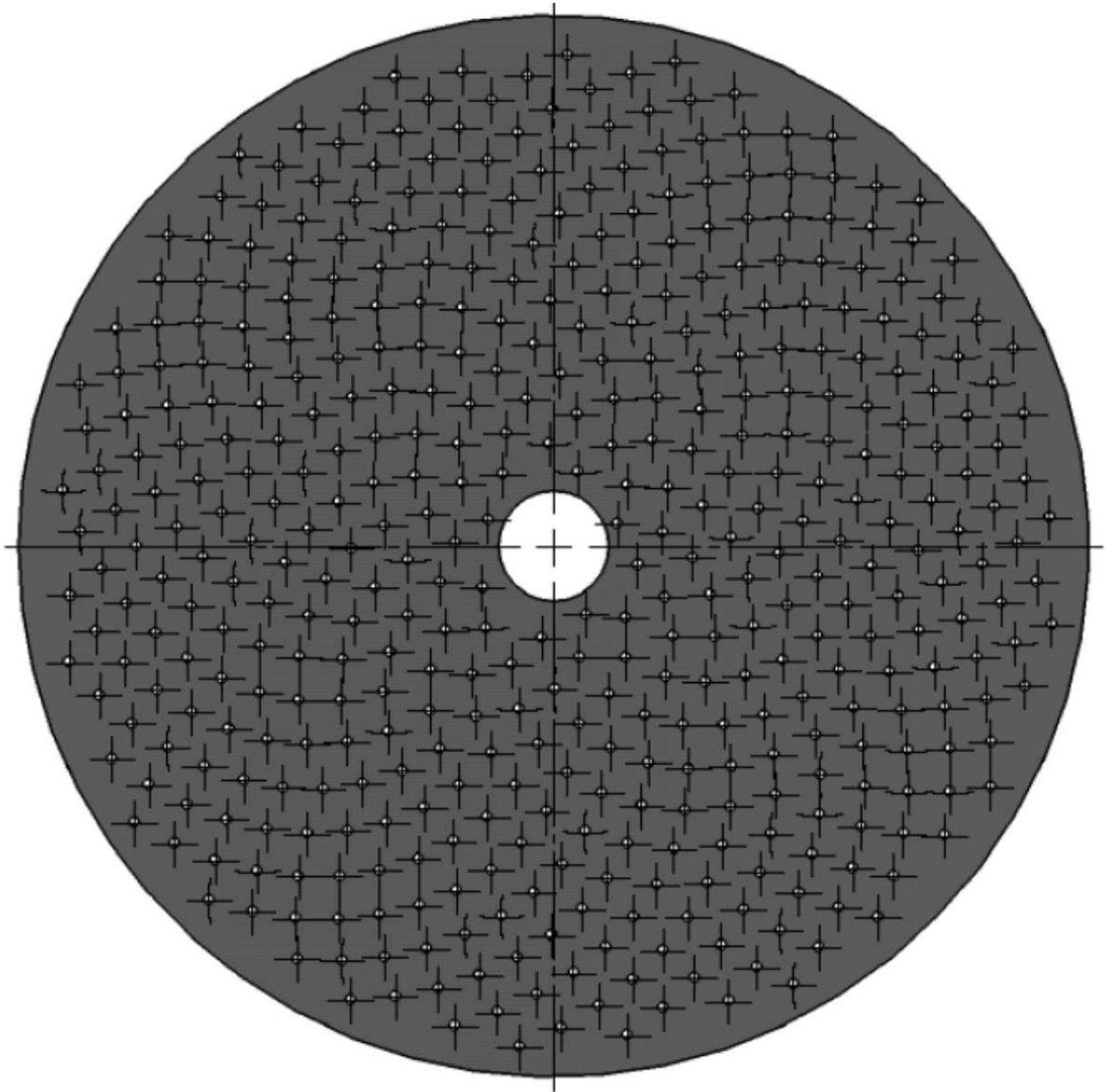


FIG. 45

Base de apoio de alinhamento único (0 grau/180 graus)



FIG. 46

Base de apoio de alinhamento duplo (0 graus/90 graus / 180 graus/ 270 graus)



FIG. 47

Rotação a 90 graus

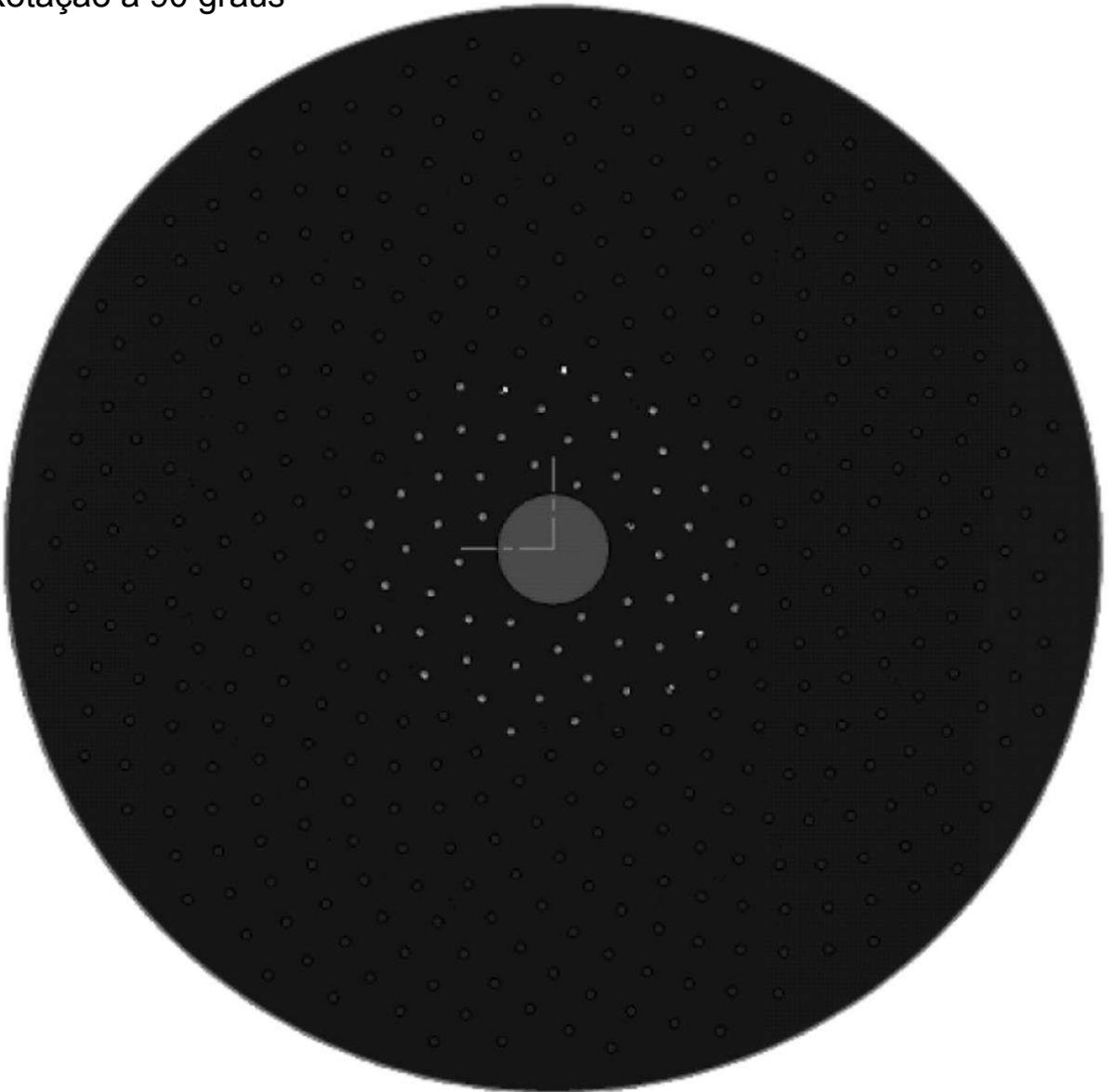


FIG. 48

Rotação a 180 graus

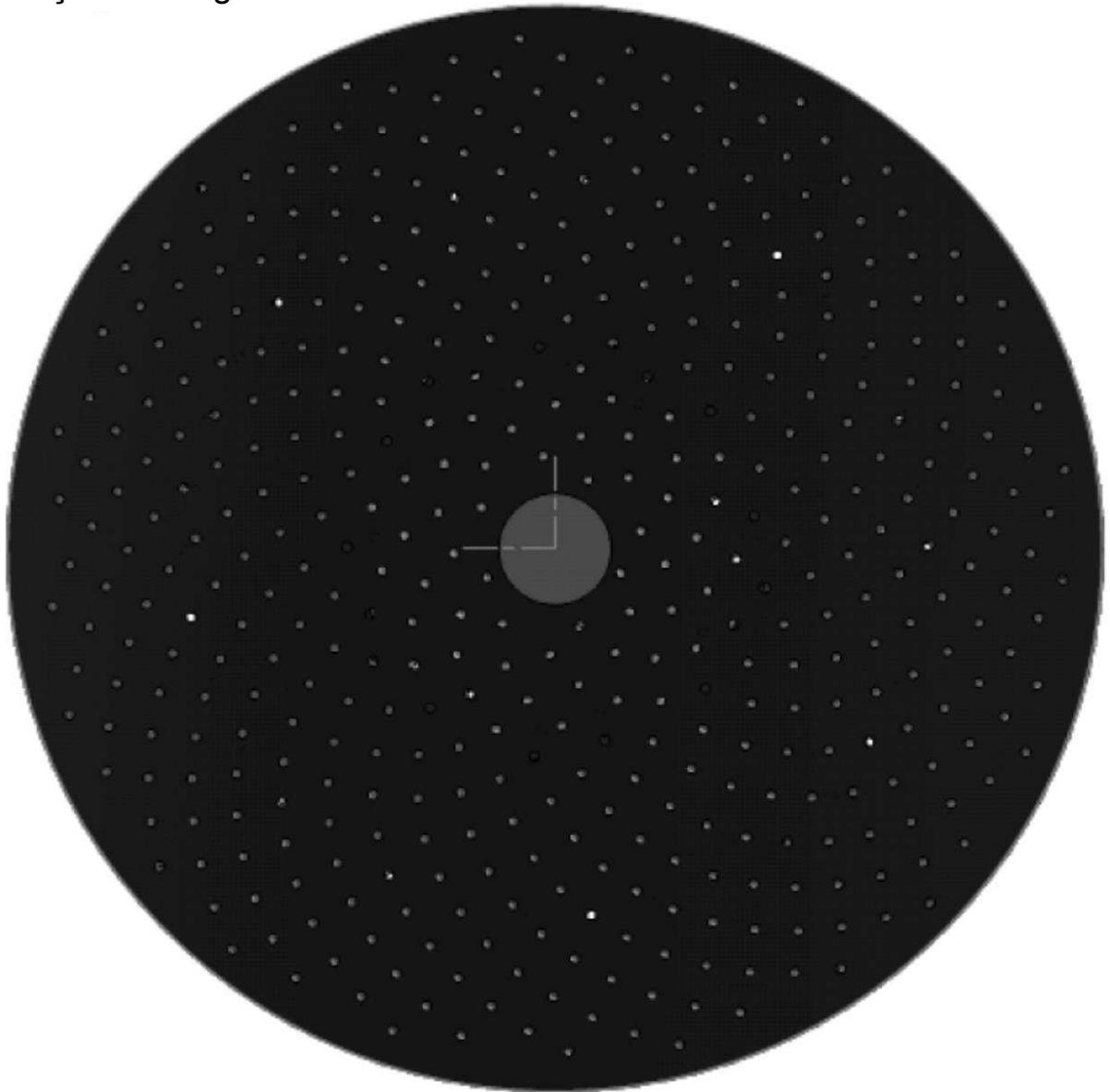


FIG. 49

Rotação a 270 graus

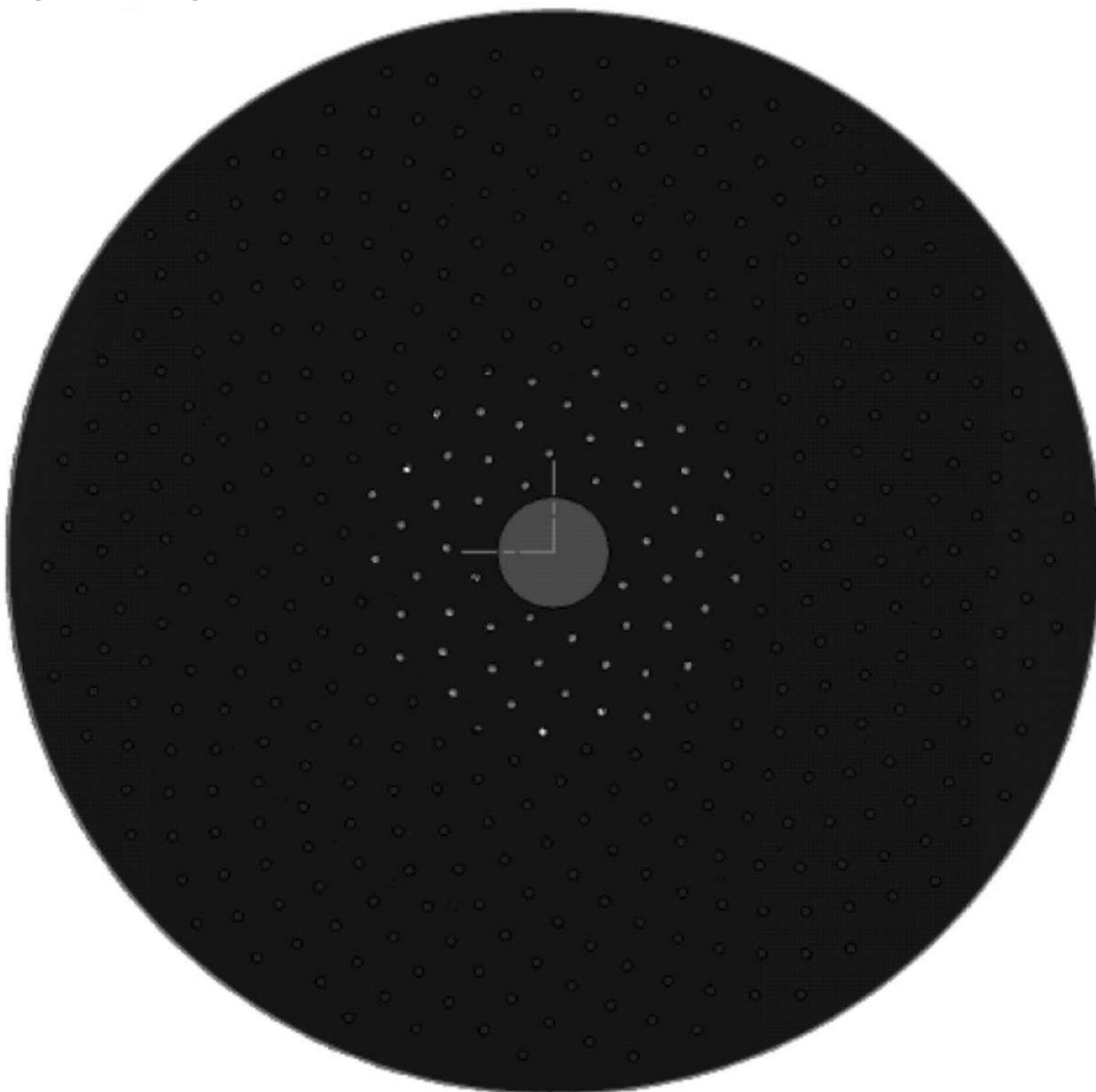


FIG. 50

Rotação a 0 graus



FIG. 51

Rotação a 45 graus

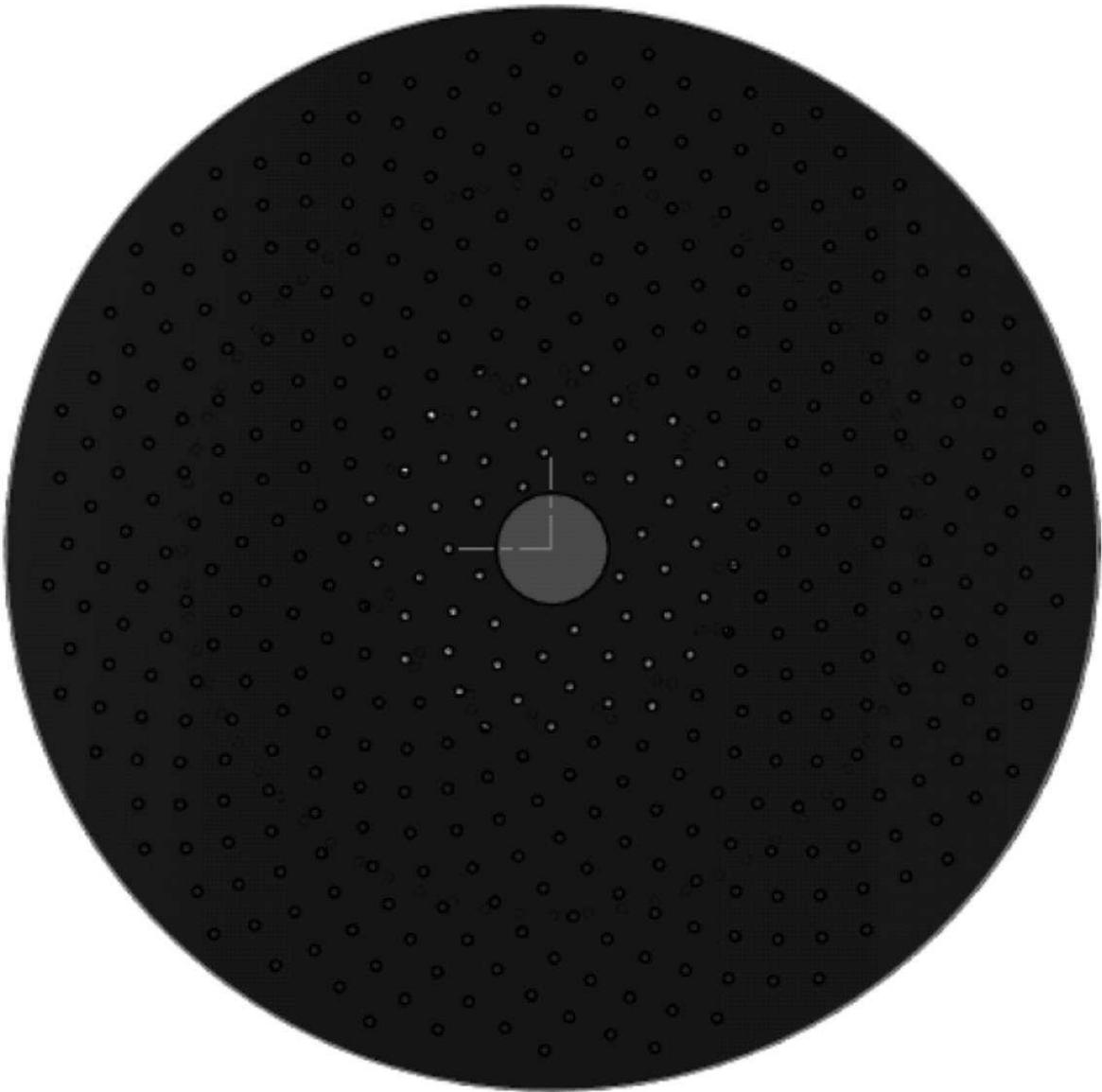


FIG. 52

Rotação a 90 graus

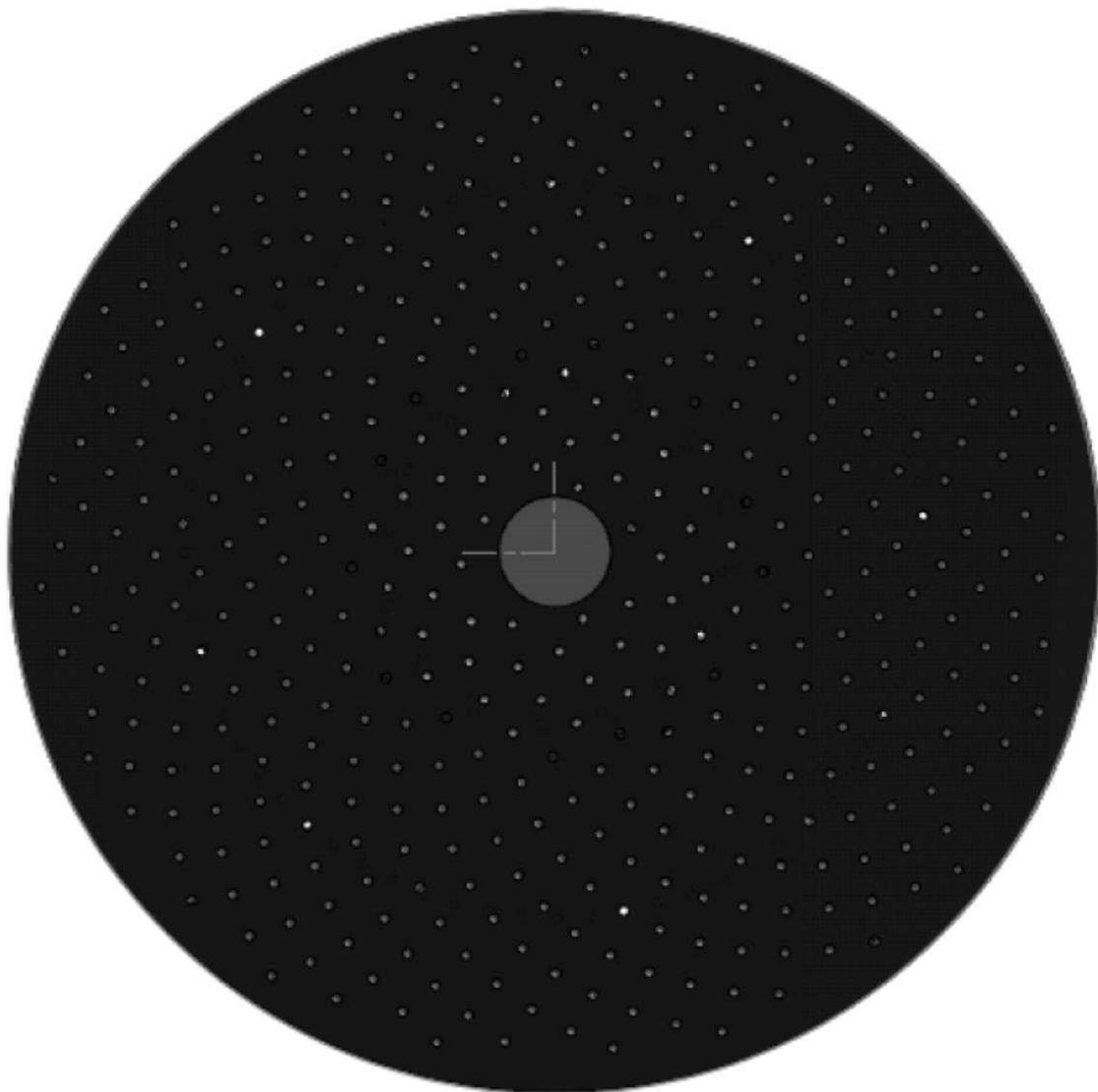


FIG. 53

Rotação a 135 graus

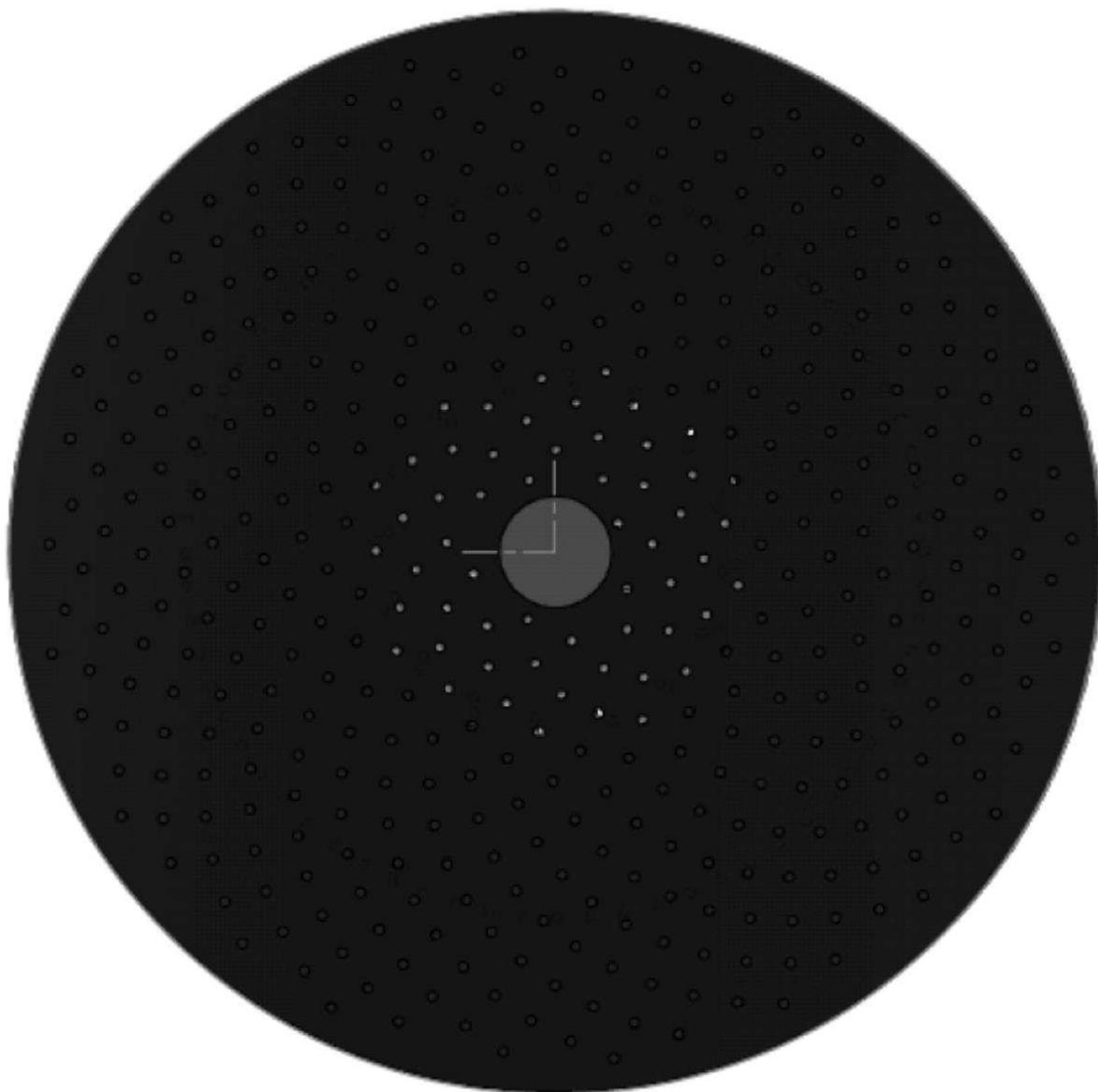


FIG. 54

Rotação a 180 graus

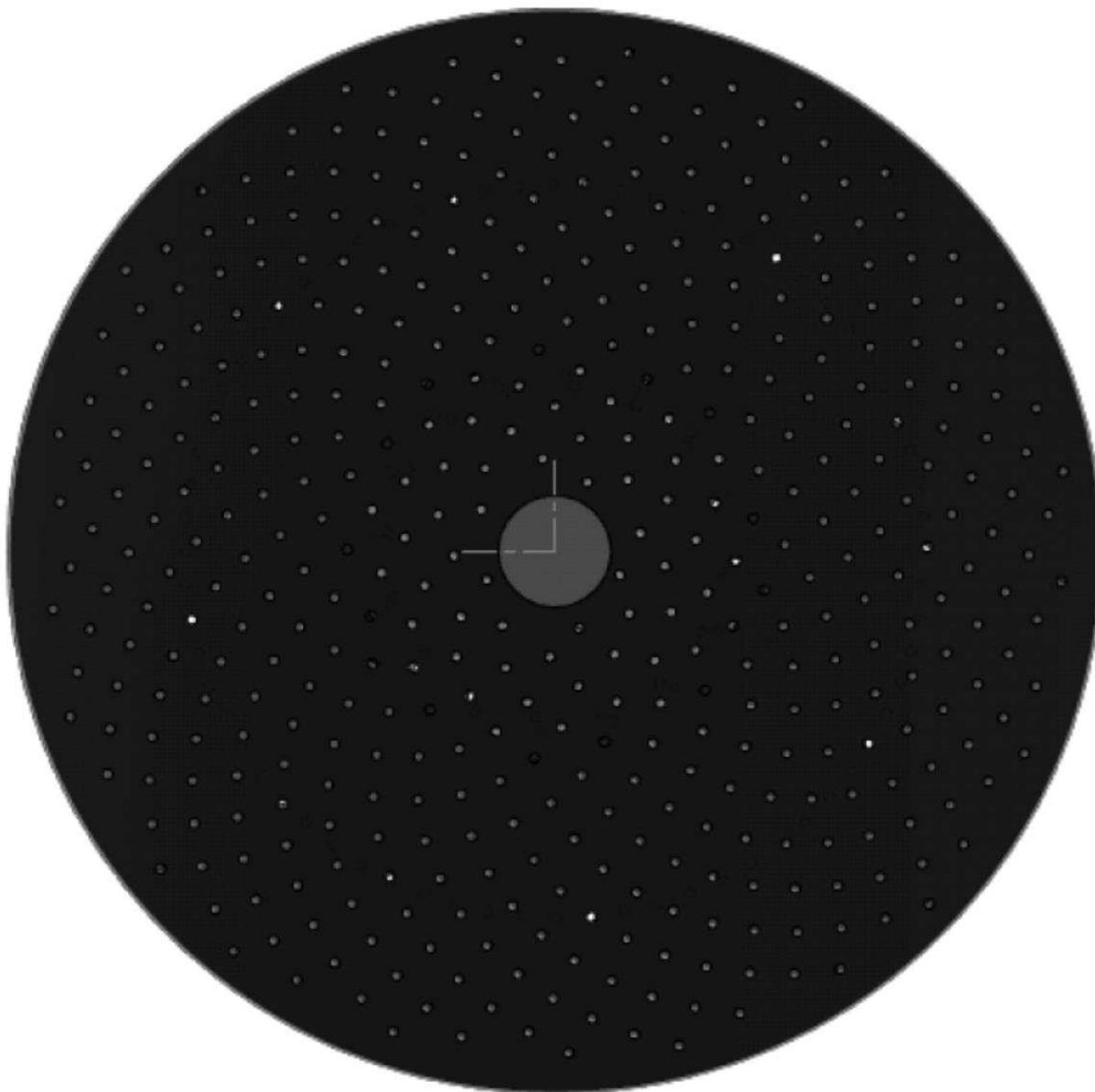


FIG. 55

Rotação a 225 graus

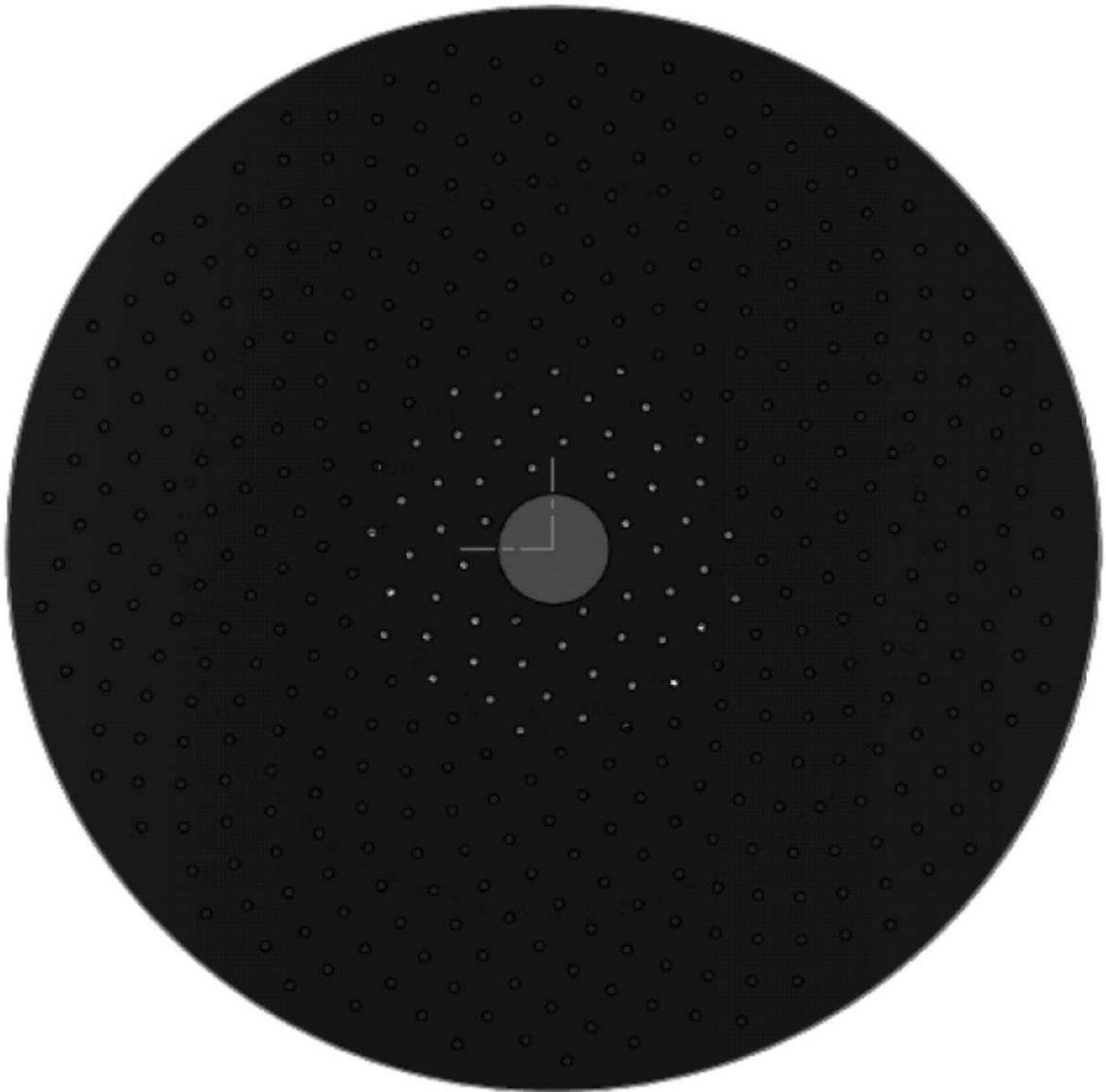


FIG. 56

Rotação a 270 graus

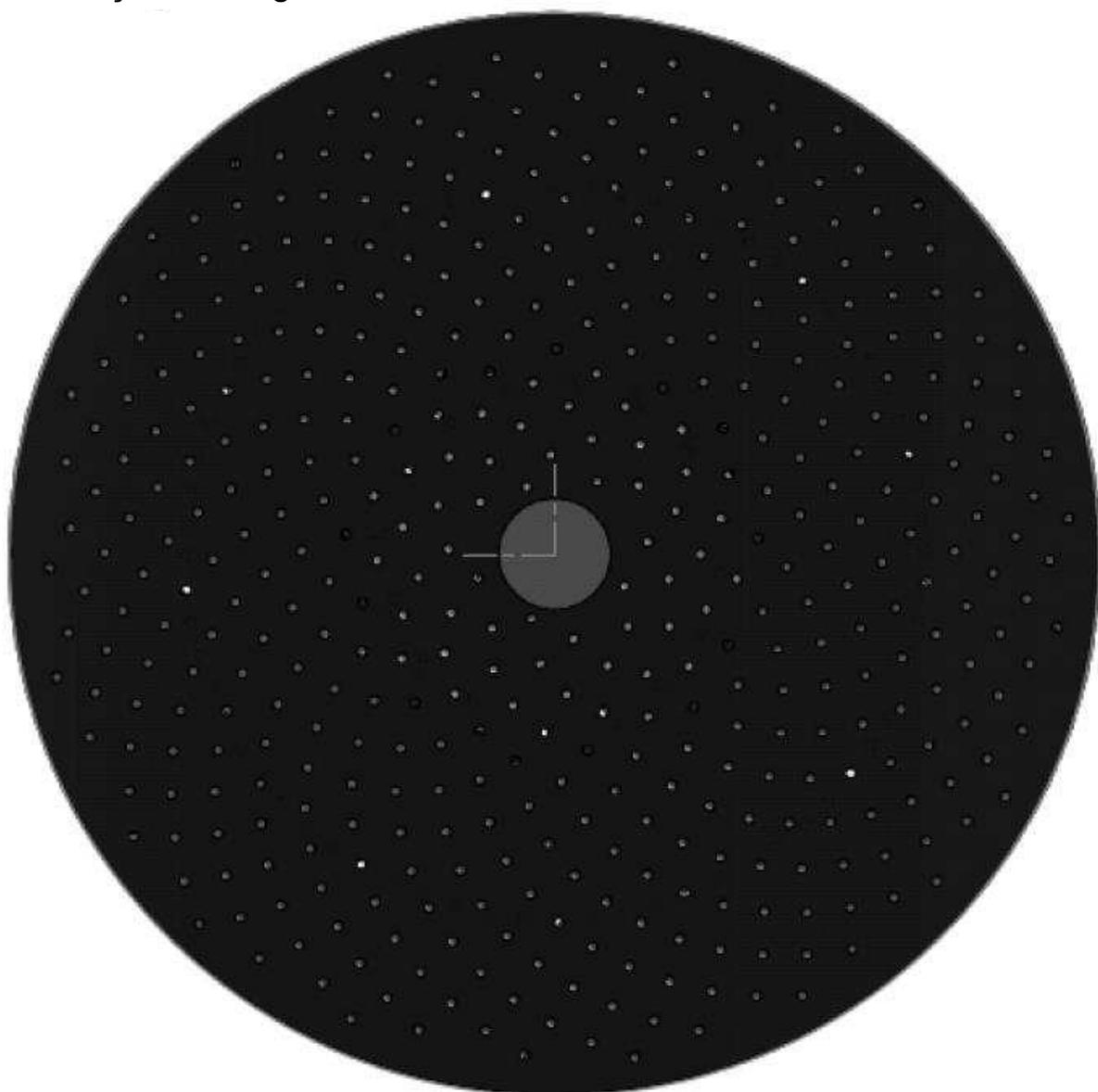


FIG. 57

Rotação a 315 graus

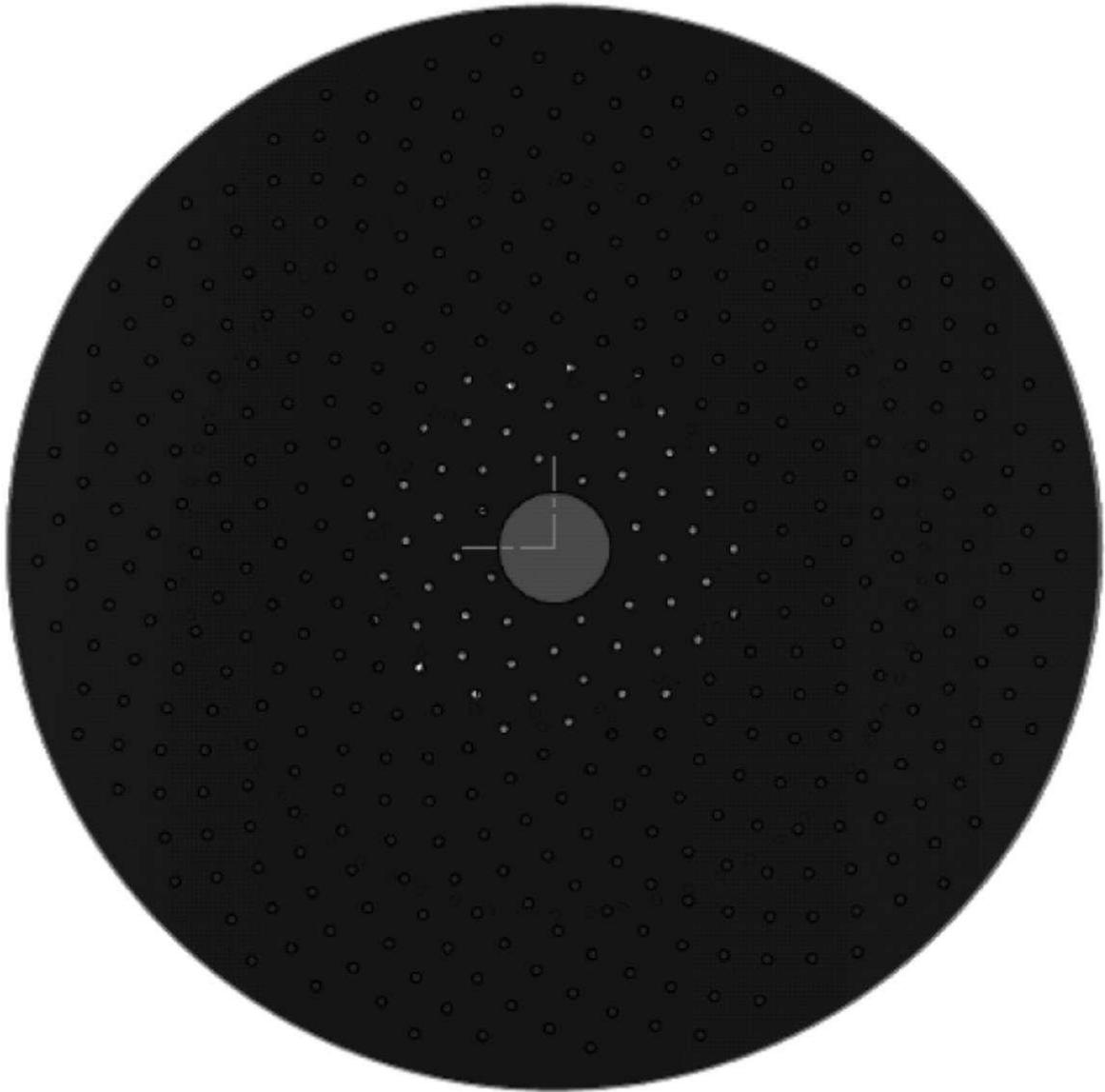


FIG. 58

Rotação a 0 graus

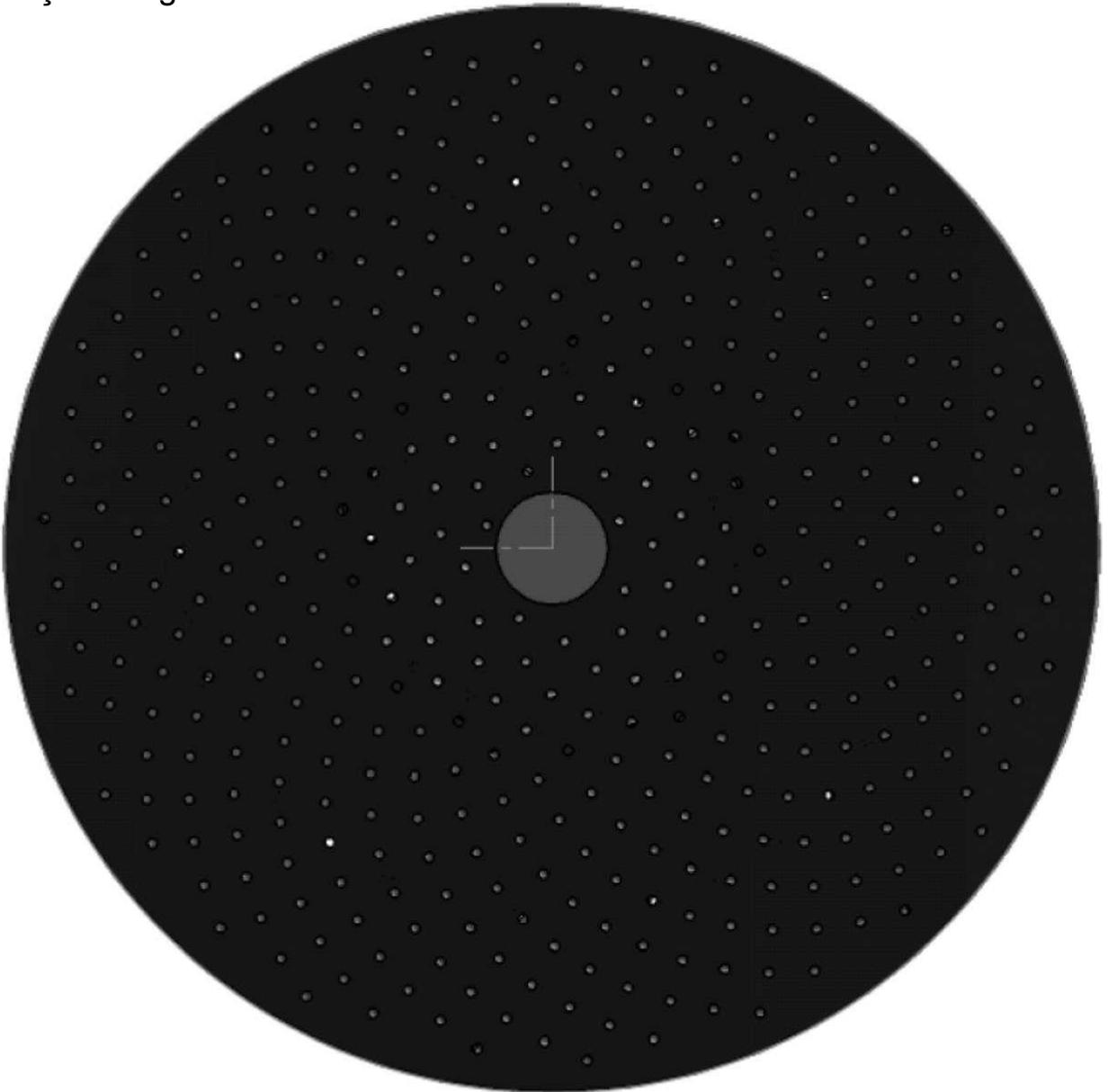


FIG. 59