

## Sistemas de fundição a vácuo



**Do modelo a múltiplos componentes  
em 24 horas**



**Economize tempo de desenvolvimento e  
dinheiro com fundição a vácuo Renishaw**



## Peças de alta qualidade em menos de 24 horas

**Quando a fundição a vácuo foi introduzida no mercado em 1987, a produção de protótipos de plástico passando "do modelo até a peça em 24 horas" era nada menos que uma revolução.**

No momento em que a customização em massa se torna uma realidade, a fundição a vácuo entra em uma nova fase. Desenvolvimentos significativos com poliuretano (PU) e outros materiais e a capacidade de fundição de nylon termoplástico utilizando o módulo de nylon da Renishaw montado externamente, permitiu que a fundição a vácuo se tornasse uma tecnologia aceita para produção de "lotes pequenos".

O processo inclui envolver um modelo mestre em borracha de silicone e a aplicação de vácuo para produzir um molde. Em seguida o molde é curado em um forno.



Interior da câmara superior da máquina de fundição a vácuo 5/04 V Renishaw

**A série de máquinas de fundição a vácuo Renishaw oferece capacidades de câmara de 0,8 L até acima de 10 L**

Todas possuem tela sensível ao toque\* do Controle Lógico Programável (CLP) e as seguintes opções:

- Módulo de fundição de nylon†
- Copo aquecido para matrizes de cera
- Tecnologia VarioVac™ para auxiliar na moldagem de materiais viscosos

Uma vez curado, o molde é aberto e o modelo mestre é removido, deixando uma cavidade de molde que replica perfeitamente o modelo mestre.

Os modelos mestres podem provir de várias fontes, sendo a mais comum os modelos de estereolitografia, contudo o crescente campo das impressoras 3D também é uma fonte útil. A qualidade dos modelos mestre determina a qualidade da peça. A complexidade pode ser contornada com ajuda de moldes multi-segmento.

Todos os tipos de componentes industriais, produtos de consumo, lentes e produção de pequenos lotes podem ser fabricados utilizando o processo de fundição a vácuo. Normalmente, entre 30 e 50 peças com a cor correspondente podem ser produzidas a partir de um único molde, com as primeiras peças disponíveis dentro de 24 horas.



Máquina de fundição a vácuo 5/01 V Renishaw

As aplicações típicas incluem:

- Protótipos de alta qualidade para verificação de projeto de produto
- Produção de lote pequeno para produtos específicos
- Componentes de nylon funcionais em uma série de classes - particularmente apropriados para dobradiças e alta resistência
- Teste "a quente" automotivo e fabricação especializada
- Matrizes de cera de alta qualidade para fundição de cera perdida
- Componentes flexíveis utilizando tecnologia VarioVac™

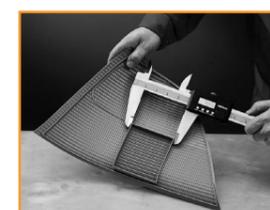
\* 5/01 não possui comando CLP

† Somente para 5/04 V



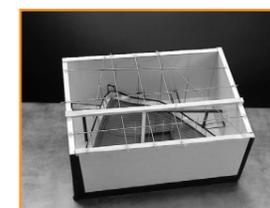
## O processo de fundição a vácuo e as opções de configuração de máquina

### O processo de fundição a vácuo



**O processo de fundição a vácuo envolve o encapsulamento de um modelo mestre em duas partes de borracha de silicone líquido. Em seguida é aplicado vácuo no molde, que é então curado em um forno a aprox. 40 °C – geralmente durante a noite.**

Neste ponto o PLC assume o processo de fundir o componente a vácuo, e uma vez isto concluído o fundido é curado 70 °C. Após a cura, os segmentos do molde podem ser separados e a peça removida. Resta rebarbar e polir a peça de acordo com a necessidade.



Uma vez curado, o molde é aberto e o modelo mestre é removido, deixando uma cavidade de molde que é uma réplica perfeita do modelo.

Uma breve lista dos materiais mais utilizados é mostrada na página 6 deste catálogo.



Uma vez concluído o molde, os segmentos do molde são unidos, protegidos, pré-aquecidos e colocados na câmara inferior da máquina. Então, os dois componentes do material PU são pesados, o pigmento é adicionado a um dos componentes e ambos são colocados no robô de mistura automática no topo da máquina.



### Opções de configuração da máquina

As máquinas podem ser facilmente configuradas para produzir peças em resina de poliuretano, materiais de toque suave incluindo borracha de silicone, fundição de cera perdida ou nylon com carga. Isto é efetuado facilmente permutando os módulos.

Módulo de Fundição a Vácuo:	Para protótipos de plástico e produção de baixo volume em resinas de PU para fundição a vácuo
Módulo de nylon Renishaw:	Para protótipos e produção de peças em nylon e nylon com carga
VarioVac™:	Para protótipos em borracha de silicone e materiais altamente viscosos com carga
Copo aquecido:	Para criar modelos de matrizes de cera para o processo de fundição por cera perdida e ligas com baixo ponto de fusão para laminação de fibra de carbono

## Fundição a vácuo aprimorada com nylon

**A Renishaw aperfeiçoou a capacidade de fundir nylon de seu sistema de fundição 5/04, que pode agora criar componentes de nylon com carga.**

O sistema também se beneficia pela capacidade de atualizar a maioria das máquinas 5/04 existentes.

O módulo de nylon toma ingredientes reativos e cria componentes com muitas propriedades similares ao nylon PA6. Ele é montado externamente, acima da câmara superior da máquina, e um copo aquecido dedicado é instalado na máquina. Isto oferece a vantagem de ser capaz de adicionar cargas ao material no copo para melhorar o desempenho da peça acabada, sem alterar o material que permanece dentro do módulo de nylon.

Também é fácil permutar entre PU e nylon, pois o módulo está montado de forma permanente no topo da máquina: apenas o copo aquecido é removido.

### Comparação entre o desempenho dos materiais

A tabela a seguir compara o desempenho mecânico do nylon fundido a vácuo com uma peça injetada convencional, para materiais com carga e sem carga.

	Renishaw PA 3000 com carga de vidro 30%	PA 6, padrão industrial, com carga de vidro 30%	Renishaw PA 3000	PA 6 padrão industrial
Cor	Pigmento para customizar	Lote mestre	Pigmento para customizar	Lote mestre
Dureza (Shore a 23 °C)	82 D	85 D	79 D	75 D
Módulo de flexão / mPa	5200	5600	2400	2800
Resistência à flexão / mPa	89	150	70	45
Temperatura de deflexão ao calor / °C	230	220	225	180
Alongamento de ruptura / %	13	> 250	25	> 250
Limite de elasticidade / mPa	88	145	71	45
Impacto Izod / kJ/m²	45	17	8	8,3
Condutividade térmica / W / mK	0,22	0,24	0,24	0,23

O silicone para fabricação de moldes possui capacidade de temperatura maior, o que requer técnicas de fabricação de molde um pouco diferentes, todas cobertas pelo programa de treinamento no módulo de nylon da Renishaw.

Peças de nylon podem ser produzidas em aprox. 30 minutos, com a vida do molde variando entre 15 a 30 fundidos por molde, dependendo da complexidade, com vantagens significativas de desempenho sobre as tecnologias de sinterização de plásticos.



Máquina de fundição a vácuo 5/04 V Renishaw com módulo de nylon montado externamente

## Produtos auxiliares para o processo de fundição à vácuo

### Acessórios e consumíveis

A Renishaw fornece uma série completa de acessórios e consumíveis para fundição a vácuo, incluindo copos, funis, agentes desmoldantes, mangueiras e produtos de limpeza especializada.



### Misturador a vácuo

O misturador a vácuo é utilizado para misturar grandes quantidades de silicone para grandes produções ou grandes moldes.



### Módulo de nylon

O módulo de nylon da Renishaw para a máquina 5/04 V permite que o usuário crie peças funcionais com polímeros termoplásticos.



### Fornos de cura

A Renishaw fornece uma série de fornos de armazenamento e cura para materiais e moldes. Pode ser especificado controle analógico ou digital, junto com os materiais de construção e tensão de alimentação.



### Câmara de extensão

Para projetos que excedem a capacidade da máquina 5/04 padrão, várias câmaras de extensão podem ser adicionadas para atender os requisitos.



### Robô duplo

Esta opção permite um aumento da capacidade de fundição. O robô duplo está disponível nas máquinas 5/04 V e 5/06 V e pode ser configurado para operar de modo síncrono ou independente.



### Bancadas de vapores, bancadas de pó

A limpeza é essencial na fundição a vácuo e as bancadas de vapores e pó da Renishaw mantêm uma atmosfera limpa e segura para o operador da máquina e ajudam manter a qualidade da peça.



## Materiais de fundição a vácuo

A Renishaw fornece uma série abrangente de resinas de fundição e silicões para fabricação de moldes apropriados para uma ampla gama de aplicações. Constantemente desenvolvemos novos materiais, assim vale a pena contatar-nos para conhecer os desenvolvimentos mais recentes ou para uma consulta específica.

Os materiais de PU mais comuns estão listados abaixo, com propriedades típicas, junto com alguns silicões para fabricação de moldes.

	Aparência	Dureza / Shore	Módulo de flexão / MPa	Resistência à flexão / MPa	Temp. deflexão ao calor / °C	Alongamento de ruptura / %	Contração / %	Propriedades típicas
<b>Fundição a vácuo de PU</b>								
SG95	Transparente (incolor)	82 D	2195	54	72	12	0,2	Similar ao ABS. Todas propriedades excelentes. Apropriado para encaixes, aplicações de baixa temperatura e correspondência de cores.
6130	Translúcido (branco)	90 A	N/A	16,5	N/A	200	0,2 a 0,6	Baixa viscosidade para paredes finas. Similar à borracha. Ideal para mangueiras, vedações e gaxetas.
8020-2	Translúcido (amarelo)	60 A	N/A	8,0	N/A	200	0,2	Muito baixa viscosidade. Ideal para paredes finas em gaxetas, vedações e válvulas.
8051	Translúcido (branco)	84 D	1965	55,9	92	8	0,2 a 0,3	Tipo ABS. Resistência à lata temperatura, boas propriedades de flexão. Apropriado para painéis e invólucros.
8040	Opaco (branco)	70 D	1050	27	65	50	0,5	Baixa viscosidade, material com boas qualidades em geral, similar ao polipropileno. Fácil de colorir. Apropriado para moldagem de paredes finas.
9012	Opaco (branco)	77 D	1310	40	90	25	0,5 a 1	Simula ABS. Atende os requisitos da Dry and Wet food FDA.
<b>Fabricação de molde com silicone</b>								
VTV 750	Translúcido (incolor)	40 A	N/A	6,5	N/A	350	0,1	Viscosidade média, catalisado com platina, RTV-2. Resistente a produtos químicos e ao calor. Apropriado para fundição a vácuo / fundição com cera, caixas de cerâmica.
VTX 950	Transparente (incolor)	40 A	N/A	6,7	N/A	390	0,1	Baixa viscosidade, vida do molde aumentada. Forte, boas propriedades de desmoldagem. Apropriado para fundição a vácuo / fundição com cera.
VTN 6000	Transparente (incolor)	42 A	N/A	6	N/A	330	0,1	Forte, flexível. Apropriado para fundição de nylon, fabricação de caixas, fundição, engenharia de fabricação de moldes.

## Ampla gama de máquinas: 5/01, 5/01 V, 5/04 V, e 5/06 V

Máquinas de fundição a vácuo Renishaw - dados técnicos, dimensões e pesos

	5/01	5/01 V	5/04 V	5/06 V
Dimensões externas máximas (A x L x P) / mm	1175 x 1000 x 594 (inclui folga para alavancas externas)	1175 x 900 x 594	1930 x 1510 x 900 (adicione 380 mm à altura para o módulo de nylon)	2450 x 3200 x 1500
Abertura da porta (A x L) / mm	530 x 450	530 x 450	750 x 900	Frete: 1000 x 900 Lateral: 900 x 1000
Dimensões de molde máximas recomendadas (A x L x P) / mm	400 x 350 x 350	400 x 350 x 350	550 x 800 x 600	Câmaras individuais: 650 x 800 x 750 Câmaras combinadas: 650 x 2900 x 750C
Capacidade de fundição	0,8 L	0,8 L	2,2 L até 2 x 5,5 L (robô duplo)	2 x 2,2 L até 4 x 5,5 L (robô duplo)
Alimentação*	230 V / 50 Hz	230 V / 50 Hz	3 fases 400 V 3 NPE, 50 Hz, 3,5 kW	3 fases 400 V 3 NPE, 50 Hz, 7,5 kW
Capacidade da bomba	25 m³/h	25 m³/h	65 m³/h	2 x 100 m³/h
Vácuo máximo	0,5 mbar	0,5 mbar	0,5 mbar	0,5 mbar
Peso de embarque da máquina	250 kg	300 kg	1150 kg	4000 kg
Controles	Manual	Tela de toque PLC	Tela de toque PLC	Tela de toque PLC
Mistura e vazamento	Semiautomático	Automático	Automático	Automático

\* Outras configurações de alimentação estão disponíveis. Entre em contato com a Renishaw para detalhes.

Máquina de fundição a vácuo 5/06 V Renishaw com unidade de bomba



## Sobre a Renishaw

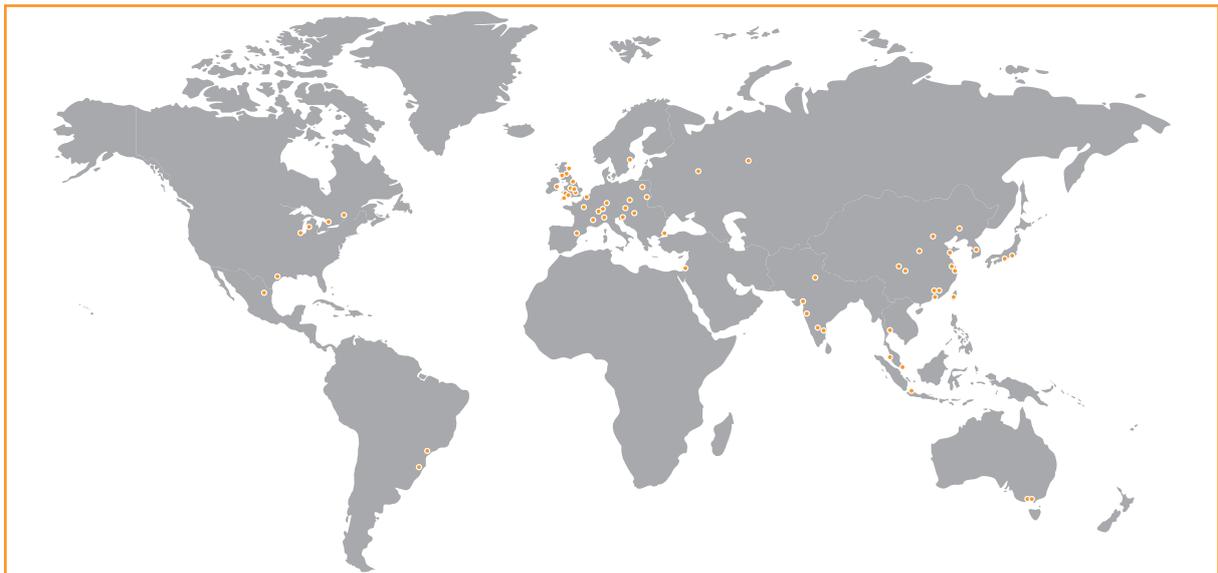
A Renishaw é uma empresa líder, consagrada mundialmente no setor de tecnologias para projetos de engenharia, com um sólido histórico de inovações em desenvolvimento e fabricação de produtos. Desde sua fundação, em 1973, a empresa fornece produtos de vanguarda que aumentam a produtividade dos processos, aprimoram a qualidade dos produtos e promovem soluções de automação de custo compensador.

Uma rede mundial de subsidiárias e distribuidores oferece atendimento e suporte de qualidade excepcional aos seus clientes.

### Os produtos incluem:

- Manufatura aditiva, fundição a vácuo e tecnologias de moldagem por injeção para projetos, protótipos e aplicações de produção.
- Tecnologias avançadas de materiais com uma variedade de aplicações em múltiplos campos
- Sistemas de digitalização e fresagem CAD/CAM odontológica e fornecimento de estruturas dentárias
- Sensores e encoders de posição para medição precisa de posição linear, angular e rotativa
- Sistema de fixação para CMMs (máquinas de medição por coordenadas) e dispositivos de medição.
- Sistemas de medição comparativa para inspeção dimensional
- Laser de alta velocidade para digitalização em ambientes extremos
- Sistemas laser e ballbar para medição, calibração e verificação do desempenho de máquinas
- Equipamentos médicos para aplicações neurocirúrgicas
- Apalpadores e software para set-up de peças e ferramentas e inspeção em máquinas ferramenta CNC
- Sistemas de espectroscopia Raman para análise não destrutiva de materiais
- Sensores, acessórios e software para CMM
- Pontas e acessórios para uso em CMM e máquinas ferramenta

Para obter detalhes de contato em todo mundo, visite nosso site principal [www.renishaw.com.br/contato](http://www.renishaw.com.br/contato)



A RENISHAW TEM FEITO ESFORÇOS CONSIDERÁVEIS PARA GARANTIR QUE O CONTEÚDO DESTES DOCUMENTOS ESTEJA CORRETO NA DATA DA PUBLICAÇÃO, MAS NÃO OFERECE QUAISQUER GARANTIAS OU DECLARAÇÕES SOBRE ESTAS INFORMAÇÕES. A RENISHAW SE EXIME DA RESPONSABILIDADE OU POR QUAISQUER ERROS NESTE DOCUMENTO, INDEPENDENTE DA SUA FORMA OU ORIGEM.

©2013 Renishaw plc. Reservados todos os direitos.

*A Renishaw reserva-se no direito de alterar as especificações sem aviso prévio.*

RENISHAW e o símbolo do apalpador utilizados no logotipo Renishaw são marcas registradas da Renishaw plc no Reino Unido e outros países.

apply innovation, nomes e designações de outros produtos e tecnologias Renishaw são marcas registradas da Renishaw plc ou suas filiais.

Todos os outros nomes de marcas e nomes de produtos utilizados neste documento são nomes comerciais, marcas ou marcas registradas de seus respectivos proprietários.



H - 5800 - 0777 - 01 - B

Edição: 1013 Código H-5800-0777-01-B