

Guia I

Prototipagem rápida, a revolução 3D

As técnicas de prototipagem rápida que há algum tempo só estavam disponíveis para aplicações industriais se popularizaram de tal forma que já é possível adquirir uma impressora 3D para uso doméstico. Essas mudanças já foram até mesmo descritas como uma terceira revolução industrial, tamanho o potencial de redefinir a forma como se pensou a manufatura até agora. O conjunto de métodos aplicados e o grau de sofisticação dos equipamentos disponíveis permitem atender a uma ampla gama de usuários e suas necessidades específicas, desde os que exigem severos requisitos técnicos até os que encaram a possibilidade de fabricar pequenos produtos em casa como uma grande brincadeira. O artigo a seguir traça um panorama da evolução dessas técnicas e descreve brevemente cada uma delas. Ao final, são relacionadas algumas das empresas que atuam neste segmento e que estão contribuindo para que o conceito de prototipagem rápida (ou manufatura aditiva) se dissemine tanto na indústria quanto entre os usuários domésticos.

Antonio Augusto Gorni, editor técnico

Técnicas de fabricação baseadas na união de materiais pulverizados para fabricar objetos a partir de dados de modelos tridimensionais, geralmente camada por camada, não são exatamente novas. Essa abordagem evita o desperdício de material associado aos processos convencionais de manufatura, geralmente baseados na remoção de material a partir de um semiproduto inicial, além de dispensar o uso de moldes, ferramentas e periféricos. Tais técnicas já vêm sendo desenvolvidas há mais de trinta anos, tendo

recebido nomes diferentes ao longo do tempo, tais como “prototipagem rápida”, “manufatura rápida” e, mais recentemente, “impressão tridimensional” ou “manufatura aditiva”⁽¹⁾. Sua evolução permitiu que, há aproximadamente quinze anos atrás, surgissem as primeiras empresas oferecendo serviços de prototipagem rápida ou mesmo manufatura em pequena escala⁽²⁾.

Os fundamentos da manufatura aditiva não mudaram muito desde então, mas sua evolução continuou, tornando-a cada vez mais acessível, inclusive ao gran-

de público. Em 2006 a técnica já ensaiava suas primeiras aplicações em nível pessoal, como indicava o *Fab@Home* (www.fabathome.org), ou “Fabricação em Casa”, um *site* instrutivo sobre a manufatura aditiva, cuja principal função era promover a comercialização e uso da primeira impressora tridimensional voltada para o uso doméstico⁽³⁾. Com tamanho de um forno de microondas e fornecida na forma de *kit* a um custo de US\$ 2.400, o equipamento, acoplado a um computador com programa CAD, podia fabricar peças pequenas feitas de plástico. Agora, sete

anos depois desse lançamento, há várias outras opções no mercado norte-americano e também no mercado brasileiro. Recentemente, um modelo básico de impressora tridimensional da 3D Systems passou a ser vendido até em livrarias, a um preço ligeiramente superior. Empresas locais também já se dedicam à fabricação de suas próprias máquinas, e há cerca de um ano foi desenvolvido um modelo popular de impressora, criado por uma rede mundial de desenvolvedores em *hardware* e *software* de código aberto. O projeto, denominado Metamáquina (metamaquina.com.br), resultou na disponibilidade de impressoras 3D a preços bastante acessíveis.

Nos últimos anos a manufatura aditiva vem ganhando enorme atenção por parte da grande mídia. Praticamente todo dia surgem registros sobre o uso dessa técnica nas mais variadas aplicações, tais como autopeças, brinquedos, *drones*, implantes cirúrgicos e até mesmo alimentos. Por exemplo, a Boeing já fabrica mais de 200 componentes em dez plataformas usando manufatura aditiva. Esse novo processo está sendo saudado como sendo a chave para uma terceira revolução industrial, na medida em que ela poderia viabilizar a total descentralização da manufatura. Em última análise, a manufatura aditiva faria com que a produção retornasse à casa do artesão, como ocorria antes do advento da máquina a vapor.

O avanço da tecnologia da manufatura aditiva realmente

tem sido impressionante, mas ainda há muitos desenvolvimentos a serem feitos para que ela possa cumprir todas as promessas que a mídia fez em seu nome. Serão analisados a seguir sua situação atual, alguns dos possíveis impactos da manufatura aditiva sobre a manufatura industrial e questões ainda obscuras cujas respostas poderão ser decisivas para sua disseminação. A verdade é que ninguém sabe exatamente as futuras implicações decorrentes desse novo processo, mas todos estão fazendo apostas sobre elas.

Limites da manufatura aditiva

Apesar do progresso verificado nos processos de manufatura aditiva, particularmente em termos da redução dos custos envolvidos, atualmente eles ainda são bastante limitados e não constituem um risco sério aos meios convencionais de fabricação. Contudo, perspectivas mais do que promissoras continuam incentivando um forte trabalho de desenvolvimento para solucionar as deficiências dos processos de manufatura aditiva, relacionadas a seguir⁽⁴⁾:

- **Baixas velocidades de construção:** continuam sendo feitos esforços no sentido de não só aumentar essa velocidade, como elevar os volumes das peças produzidas;
- **Falta de especificações técnicas:** esse problema já começou a ser resolvido. A American Society for Testing

Materials (ASTM) constituiu o Comitê F42 para normalizar os aspectos ligados à manufatura aditiva, como Métodos de Ensaio (F42.01), Processos (F42.02), Materiais (F42.03), Design (F42.04) e Terminologia (F42.90);

- **Falta de dados sobre as propriedades dos materiais:** essas informações deverão ser compiladas assim que forem publicadas normas sobre os materiais e os processos se estabilizarem tecnicamente. Sabe-se também que algumas empresas já dispõem dessa informação em casos específicos, mas esse conhecimento ainda possui caráter confidencial;
- **Mau acabamento superficial:** além dos desenvolvimentos técnicos feitos no sentido de melhorar essa qualidade estética, os projetistas eventualmente poderão questionar a necessidade de tolerâncias mais severas;
- **Porosidade:** os processos de manufatura aditiva precisarão evoluir no sentido de reduzir o tamanho e distribuição de poros dos protótipos ou peças. Métodos de inspeção não destrutiva deverão ser aperfeiçoados para caracterizá-la. Projetistas precisarão tornar seus projetos mais conservadores para evitar seus efeitos prejudiciais nos componentes, especialmente devido à sua capacidade de promover a nucleação e propagação de trincas.

Guia I

Consumo de energia e impacto ambiental

Naturalmente a execução de processos de manufatura requer energia. De fato, a indústria manufatureira americana responde por um terço do consumo total de energia naquele país⁽¹⁾. Estudos demonstraram que esse consumo caiu pela metade ao longo dos últimos trinta anos em razão dos desenvolvimentos tecnológicos efetuados no período. Mas há evidências que indicam que os novos processos de manufatura, apesar de viabilizarem maior precisão dimensional e menores escalas, apresentam demandas específicas muito altas de energia elétrica, além de usar materiais cuja síntese é energeticamente intensiva. Essa tendência revela a necessidade de se efetuar uma análise quantitativa precisa sobre os impactos energético e ambiental dos

processos de manufatura aditiva, algo que ainda não foi feito com exatidão devido à sua recente entrada na arena industrial. Tal análise requer que se considere o tempo de processo, a utilização de energia, o fluxo de materiais e os fluxos secundários de catalisadores de processo.

As características básicas da manufatura aditiva tendem a formar um quadro muito favorável quanto a esse aspecto. O consumo da quantidade estrita de material necessária ao componente permite uma apreciável economia de energia, não só associada ao material em si, mas também ao processo de manufatura propriamente dito.

Vários trabalhos de fato indicam que a manufatura aditiva é bem mais amigável ao meio ambiente do que a usinagem, especialmente quando se considera o difícil problema do descarte dos fluidos usados nesse

processo para a refrigeração e lubrificação. Contudo, no caso específico de consumo de energia, há evidências que indicam que ela é menos eficiente do que os processos de fundição. Esses resultados discrepantes podem estar ligados à metodologia experimental usada para medir esses impactos. É vital que a metodologia aplicada seja padronizada de forma isenta. Já foi demonstrado que a manufatura aditiva é mais favorável do ponto de vista energético em relação a meios convencionais de fabricação quando se consideram processos operando em regime contínuo. Contudo, a situação se inverte ao se levar em conta o consumo de energia associado às fases de acionamento e desligamento do equipamento. De toda forma, ainda há muito pouca informação disponível sobre esse assunto para se chegar a uma conclusão.



VICTOR
THERMAL DYNAMICS

A PRÓXIMA GERAÇÃO DE CORTE PLASMA DE ALTA PRECISÃO

Victor® Thermal Dynamics® introduz

SISTEMAS ULTRA-CUT® XT

- Fontes Plasma de 100 a 400 Amp
- CNC com Processador Duplo
- Controle de Altura Integrado
- Motores e Drivers
- Softwares: Otimização de chapas e Furos
- Consumíveis duráveis

Nossa próxima geração de fontes plasma de alta precisão trabalha do jeito que voce trabalha - com inteligência. Os sistemas expansíveis Ultra-Cut XT estão disponíveis de 100 a 400 Amp de saída para a produção de corte de chapas até 2" (50 mm) de espessura, ou seja, você pode aumentar a potência de seu equipamento quando precisar.

Victor® Thermal Dynamics® Brasil
Fone +55 11 3170 3141
AutomationBrasil@VictorTechnologies.com

Nós trouxemos inteligência para a mesa.™

Victor Thermal Dynamics is a Victor Technologies Brand.
©2013 Victor Technologies





O avanço preciso para sua estamparia!

- ▶ Solução personalizada de negócio
- ▶ Equipamentos de alta performance
- ▶ Equipe técnica capacitada à disposição
- ▶ Pagamento facilitado, cartão BNDES, financiamento bancário



E ainda:
Alimentadores Pneumáticos,
Desbobinadores e Endireitadores.

Guia I

Impacto na cadeia de suprimento da manufatura

A manufatura e entrega de produtos a clientes requer esforços das várias empresas que constituem a cadeia de fornecimento. A manufatura aditiva oferece basicamente duas oportunidades para simplificar essa cadeia:

- otimização do projeto de produtos, que passam a ter menor número de componentes;
- viabilização da manufatura distribuída – ou seja, a fabricação de produtos próxima aos clientes.

O efeito global desses dois fatores é a redução das demandas em termos de armazenamento, transporte e embalagem. Isso viabiliza, por exemplo, a adoção da manufatura *just-in-time* no chão de fábrica, ao invés de sua versão tradicional, ou seja, entrega *just-in-time* pelos fornecedores no chão de fábrica. Dessa forma, atividades que não agregam valor, tais como a movimentação de materiais e a manutenção de estoques, podem ser minimizadas por meio da criação de uma cadeia enxuta de fornecimento de baixo custo. Além disso, a manufatura aditiva pode melhorar o tempo de resposta de uma cadeia de fornecimento, tendo em vista que a torna mais ágil. Uma vez que seu principal fator de custo não é a mão de obra, mas sim os equipamentos e matérias primas, é mais econômico instalar suas máquinas próximo aos clientes

finais, bem como adequá-las de forma a atender aos requisitos individuais de cada cliente.

Essa abordagem é particularmente interessante na cadeia de fornecimento de peças sobressalentes para a indústria aeronáutica, que precisa efetuar reparos de forma rápida e a custo mínimo. As grandes e complexas aeronaves comerciais atuais são constituídas por vários milhões de peças. A maioria delas não é requerida com frequência, mas atualmente é necessário mantê-las em estoque para assegurar a rapidez da manutenção e evitar atrasos devido a paralisações prolongadas da frota. Mas tais estoques implicam custos decorrentes do capital imobilizado e do uso de instalações de armazenamento, movimentação de componentes, sua gestão etc. A adoção da manufatura aditiva pelo cliente permitiria só manter em estoque as peças mais requisitadas, sendo as demais fabricadas tão somente quando fossem efetivamente necessárias. Contudo, essa abordagem ainda não é plenamente viável, já que a variedade de peças produzidas com sucesso por meio da manufatura aditiva ainda é muito limitada devido à pouca maturação desse processo. Mas é necessário avaliar constantemente essa possibilidade, à medida que sua tecnologia evolui e viabiliza a fabricação de um número cada vez maior de componentes.

Tal abordagem, levada ao extremo, viabilizará a produção de itens de consumo diretamente na residência do cliente, que passa-

rá a adquirir projetos, ao invés de bens materiais. Também há implicações muito interessantes do ponto de vista militar: itens sobressalentes vitais poderão ser fabricados em postos avançados – ou eventualmente, até mesmo em pleno campo de batalha –, agilizando a prontidão dos equipamentos bélicos em momentos de extrema necessidade. Ainda sob este aspecto, infelizmente já ficou cabalmente comprovado que a manufatura aditiva também possibilita a fabricação ilícita de armas, comprovando mais uma vez o fato de que não há rosas sem espinhos.

Riscos ambientais e ocupacionais

Os processos convencionais de manufatura já foram extensivamente caracterizados do ponto de vista dos riscos potenciais que oferecem ao meio ambiente e à mão de obra. Em princípio, tais riscos seriam minimizados ou mesmo evitados ao passar a usar a manufatura aditiva – mas não se pode esquecer que ela também possui seus riscos, os quais ainda não foram devidamente levantados em razão de sua curta história. Por outro lado, acredita-se que um melhor conhecimento nessa área só enfatizará as vantagens desse novo processo de fabricação.

A manufatura aditiva geralmente usa diversos tipos de resinas plásticas, tais como epóxi, cianoacrilato, policarbonato, acrilato, elastômeros, acrilonitrila-bu-

FERRAMENTAS PARA CORTE, DOBRA E REPUXO

MÓDULOS PUNÇÕES E MATRIZES



- Assistência Técnica
- Engenharia de Aplicação



W
CARDANHA
USINAGEM E FERRAMENTARIA



Solicite uma
visita do nosso
showroom
móvel

Av. Marginal Direita do Rio Jundiá, 1425

Várzea Paulista - SP 13221-800

11. 4606-2041 / 11.4595-5745 / 11.4596-4903

vendas01@wacardanha.com.br

www.wacardanha.com.br

Guia I

tadieno-estireno (ABS) e náilons (poliamidas). Os efeitos ocupacionais e ambientais de alguns desses materiais ainda não são plenamente conhecidos. Mas já há evidências de que podem ocorrer sérias reações, irritações e alergias na pele e olhos dos operadores de impressoras tridimensionais, caso eles entrem em contato com tais materiais, seja inalando seus vapores, seja por derramamentos acidentais sobre sua pele. A exposição constante a esses materiais pode levar ao surgimento de alergias crônicas. E, uma vez que eles são constituídos por moléculas com cadeias longas, sua biodegradabilidade é muito deficiente e, caso os materiais não sejam

adequadamente reciclados, eles permanecerão no meio ambiente por longos períodos de tempo. Além disso, diversos gases podem ser liberados durante a operação das impressoras tridimensionais, tais como dióxido e monóxido de carbono, óxidos de nitrogênio, compostos orgânicos halogenados (CFCs, HCFCs, tetracloroeto de carbono), tricloroetano, níquel e compostos de chumbo. Ademais, no caso específico do processo de estereolitografia, há os problemas associados aos solventes (carbonato de propileno, tripropileno-glicol-monometiléter, isopropanol) que são usados para dissolver estruturas de suporte deixadas após a fabricação de protótipos.

Uma descrição mais completa sobre os riscos ambientais e ocupacionais associados a cada processo de manufatura aditiva pode ser vista em outro trabalho⁽¹⁾. Contudo, de forma geral, a maioria dos materiais e produtos químicos usados não é realmente prejudicial a seres humanos, com exceção dos fotopolímeros e etileno glicol. Os operadores dos equipamentos de manufatura aditiva precisam estar adequadamente treinados e motivados para manipular e descartar corretamente os insumos envolvidos, bem como saber lidar com os feixes de *laser* de alta intensidade, que podem provocar queimaduras e sérios danos à visão. Equipamentos de



SparkMetal

Especialista em fabricação com chapas, tubos e perfis de metal

Corte a Laser Dobra CNC Solda MIG/TIG



www.sparkmetal.com.br

(11) 4653-4174 contato@sparkmetal.com.br

ECONOMIZE COM PRECISÃO

LENTE E ESPELHO 2 VEZES MAIS DURÁVEIS

BETTER RESULTS FOR YOU

A Otyx representa a empresa LOM, fabricante lentes de baixa absorção (0,08%) e espelhos com alta refletividade (R=99,9%) com até 2 vezes mais durabilidade que outras fabricantes, gerando mais economia e qualidade de corte.

REPRESENTANTE LOM • MANUTENÇÃO ESPECIALIZADA TRUMPF

CONTATO@OTYX.COM.BR

55 11 9949 44494
55 15 3221 6146



OTYX
LENTE PARA CORTE A LASER

segurança comuns ao ambiente industrial, tais como máscaras, luvas e óculos, devem minimizar os riscos ocupacionais.

Os avanços no Brasil

No início de setembro o Instituto Nacional de Tecnologia (INT), a PUC-Rio e a Organização Nacional da Indústria do Petróleo (ONIP) lançaram o projeto “Fabricação Digital”, que tem por objetivo trazer ao Brasil todos os tipos de tecnologia de prototipagem em 3D para aplicação na indústria de petróleo e gás. Os laboratórios contarão com equipamentos para sete tipos de técnicas de

prototipagem e oito tipos diferentes de materiais, incluindo titânio, alumínio, aço, náilon e outros plásticos de alta resistência. Estará disponível também uma impressora capaz de gerar em 3D protótipos de equipamentos de grandes dimensões.

De acordo com as informações da ONIP, o Brasil tem uma demanda reprimida de mais de 400 empresas na área de óleo e gás em busca deste tipo de solução unificada. O projeto lançado será todo integrado na PUC-Rio, que disponibilizará engenheiros especialistas em materiais e simulações numéricas, bem como *designers* para os protótipos. Este processo, que hoje é feito no exterior, pode

levar meses ou até anos para ser concluído; sua nacionalização poderá reduzir esse prazo para questão de dias, e sem a necessidade de longas viagens.

Conclusões

As técnicas de manufatura aditiva progrediram vertiginosamente ao longo das últimas décadas e prometem revolucionar profundamente os processos de manufatura. Contudo, para que tais promessas sejam cumpridas, é necessário que sejam feitos alguns avanços, como descrito nas referências 1 e 4.

A variedade de materiais que podem ser processados deve ser

NADA SUPERA O QUE A TECNOLOGIA KUKA TRAZ PARA VOCÊ!



A KUKA dedica sua tecnologia para apresentar ao mercado o que existe de mais moderno e avançado para o segmento de automação industrial e robótica.

Extremamente comprometida com a satisfação de seus clientes, a KUKA vem conquistando e mantendo seu reconhecimento global por conta da alta qualidade e know-how próprio em suas soluções, surpreendendo cada vez mais as expectativas de seus mercados alvo.

KUKA

www.kuka-roboter.com.br
info@kuka-roboter.com.br

www.kukasystems.com.br
novosnegocios@kukasystems.com.br

Guia I

ampliada, permitindo a fabricação de peças com maior tamanho e funcionalidade, bem como permitindo o uso de vários materiais. Também devem ser melhorados os aspectos relacionados ao acabamento superficial e à porosidade das peças fabricadas.

Ainda é necessária a determinação precisa do consumo energético e do impacto ambiental das diversas variantes da manufatura aditiva, pois não há total certeza de que ela apresente vantagens em relação aos processos convencionais de fabricação. Contudo, uma eventual desvantagem nesse sentido deve ser cuidadosamente ponderada, levando-se em conta a simplificação da cadeia produtiva que essa nova técnica proporciona.

É preciso entender melhor os riscos ocupacionais potenciais que a manufatura aditiva apresenta, de forma a permitir a elaboração de uma regulamentação governamental realista para proteger a mão de obra envolvida com esse novo processo. A questão se torna mais séria devido à disseminação da manufatura aditiva no ambiente doméstico, onde esse tipo de preocupação praticamente não existe.

Formar mão de obra capaz de operar esse novo processo é uma outra preocupação, pois ela deverá ser suficientemente capacitada para lidar com tecnologias de vanguarda, mas cujo número deverá ser limitado, já que o equipamento executa a maior parte do trabalho.

Embora seja muito arriscado

fazer previsões, atualmente há um consenso geral sobre o fato de que a manufatura aditiva não substituirá os processos tradicionais de fabricação. Ela deverá ser muito competitiva na fabricação de peças complexas e de tamanho relativamente pequeno, com materiais caros, baixos volumes e em aplicações não críticas. Além disso, será uma opção muito atraente para a fabricação de novas peças, caso em que ela evitará, ao menos em um primeiro momento, a fabricação de dispendiosos conjuntos de ferramentas, e de peças sobressalentes para aplicações muito antigas, para as quais não mais se dispõe do ferramental necessário.

Breve descrição dos processos de manufatura aditiva constantes deste guia

- **Estereolitografia:** modelos tridimensionais são construídos a partir de polímeros líquidos fotossensíveis, os quais se solidificam quando expostos à radiação ultravioleta.
- **Manufatura de objetos em lâminas:** camadas de material, na forma de tiras de papel revestidas com adesivo ativado termicamente, são coladas umas sobre as outras de modo a compor a geometria desejada.
- **Sinterização seletiva a laser:** um feixe de laser funde, de forma seletiva, materiais pulverulentos, tais como náilon, elastômeros e metais, depo-

sitando progressivamente as camadas que constituem o protótipo.

- **Modelamento por deposição de material fundido:** filamentos de resina termoplástica aquecida são extrudados a partir de matriz em forma de ponta, a qual se move em um plano X-Y.
- **Cura sólida na base:** camadas inteiras de polímeros líquidos fotossensíveis são curadas por meio de radiação ultravioleta, obtendo-se o protótipo.
- **Impressão por jato de tinta:** um cabeçote libera jatos de agente ligante que funde e aglomera seletivamente o material pulverulento aplicado sobre uma plataforma.
- **Conformação próxima do formato final via laser:** um feixe de laser com alta potência é usado para fundir o pó metálico aplicado coaxialmente ao foco do laser por meio de um cabeçote de deposição.

Veja a descrição completa e detalhada desses processos em www.gorni.eng.br/protrap.html

Referências

- 1) HUANG, S. H. e outros. *Additive Manufacturing and its Societal Impact: A Literature Review*. International Journal of Advanced Manufacturing Technology, July 2013, 1191-1203.
- 2) GORNI, A. A. *Introdução à Prototipagem Rápida e Seus Processos*. Plástico Industrial, Março 2001, 230-239.
- 3) GORNI, A. A. *A Prototipagem Rápida ao Alcance de Todos* (Coluna MM On Line). Máquinas e Metais, Março 2007, 14-15.
- 4) TIRPAK, J. D. *Will Additive manufacturing Threaten the Forging Industry?* Forge Magazine, August 2012, 19-22.

Guia I

Empresa Telefone Site / e-mail	A empresa		Técnicas utilizadas											Materiais						
			Manufatura aditiva / impressão 3D						Confeção de ferramental rápido					Materiais						
	Fornecer equipamentos	Presta serviços	Sinterização seletiva a laser (SLS, <i>selective laser sintering</i>)	Estereolitografia (SLA, <i>stereolithography</i>)	Manufatura de objetos em lâminas (LOM, <i>laminated object manufacturing</i>)	Impressão 3D	Modelagem por deposição de material fundido (FDM, <i>fused deposition modeling</i>)	Por jato/extrusão de resina (MJM, <i>multi jet modeling</i>)	Curva sólida na base (SGC, <i>solid ground curing</i>)	Conformação próxima do formato final via laser (LENS, <i>laser engineered net shaping</i>)	Estampagem incremental (p/peças metálicas)	Dimensões máximas dos protótipos (mm)	Vazamento a vácuo (<i>vacuum casting</i>) – em molde de silicone feito a partir de modelo em SLA	Rapido tooling por SLS (usando grânulos de aço e polímero)	Dimensões máximas do ferramental (mm)	Outras técnicas	Polímeros	Cerâmicas	Metais	Biocompatíveis (de todas as origens)
AMS Brasil (47) 3423-2125 www.amsbrasil.com.br	•		•									700 x 380 x 580		•	250 x 250 x 325	•			•	
Anacom (11) 3422-4200 www.anacom.com.br	•	•				•	•					1.000 x 800 x 500	•		1.000 x 800 x 500	•	•			•
Axson (11) 5687-7331 www.axson.com.br	•											2.680 x 1.000 x 650	•		2.680 x 1.000 x 650	•				
E-TEC (35) 3431-1525 www.e-tecbrasil.com		•	•									380 x 380 x 660	•	•	250 x 250 x 250	•	•		•	
EXADP (19) 2121-6231 www.exadp.com.br		•	•									400 x 400 x 350		•	250 x 250 x 250	•	•		•	
Fábrica de Imagens (11) 3392-1201 www.fabricaimagens.com.br		•					•					200 x 250 x 350			200 x 250 x 350	•				
Fábrica de Protótipos (11) 2894-6676 www.fabricaprototipos.com.br		•	•			•	•	•		•		600 x 500 x 500	•	•	1.000 x 500 x 500	•	•	•	•	
Fast Parts (47) 2101-7777 www.fastparts.com.br		•	•			•				•		330 x 250 x 200				•	•		•	
HEO 3D PRINTER (11) 95889-0664 www.heo3dprinter.com.br	•	•				•						200 x 200 x 90					•			
Imprimate (11) 3384-9793 www.imprimate.com.br		•				•	•					500 x 500 x 500				•	•			•
LWT (11) 3232-0532 vitor@lwtsoftware.com.br	•	•				•						294 x 192 x 148 ⁽¹⁾					•			
	•	•				•						1.000 x 800 x 500 ⁽²⁾					•			
Metamáquina (11) 3666-4899 www.metamaquina.com.br		•				•						20 x 20 x 15					•			
Movtech (11) 2464-7890 movtech.cnc@gmail.com	•	•		•								190 x 190 x 110								
Objeto Impresso (11) 2359-3933 contato@objetoimpresso.com.br		•	•			•						200 x 200 x 150 ⁽³⁾	•	•	340 x 340 x 620		•	•	•	
		•	•			•						340 x 340 x 620 ⁽⁴⁾	•	•	340 x 340 x 620		•	•	•	

Guia I

Empresa Telefone Site / e-mail	Técnicas utilizadas																	
	A empresa		Manufatura aditiva / impressão 3D						Confeção de ferramental rápido			Materiais						
	Fornecer equipamentos	Presta serviços	Sinterização seletiva a laser (SLS, selective laser sintering)	Esterolitografia (SLA, stereolithography)	Manufatura de objetos em lâminas (LOM, laminated object manufacturing)	Impressão 3D Modelagem por deposição de material fundido (FDM, fused deposition modeling)	Por jato/extrusão de resina (MJM, multi jet modeling)	Curva sólida na base (SGC, solid ground curing)	Conformação próxima do formato final via laser (LENS, laser engineered net shaping)	Estampagem incremental (p/peças metálicas)	Dimensões máximas dos protótipos (mm)	Vazamento a vácuo (vacuum casting) – em molde de silicone feito a partir de modelo em SLA	Rapid tooling por SLS (usando grânulos de aço e polímero)	Dimensões máximas do ferramental (mm)	Outras técnicas	Polímeros	Cerâmicas	Metais
Pro Model (11) 99979-4366 www.promodel.com.br	•	•	•						•	300 x 400 x 600	•		300 x 400 x 600	•	•		•	•
Protótipos 3D (51) 3433-5156 www.prototipos3d.com.br		•				•				200 x 200 x 300					•			
Robtec (11) 3318-5100 www.robtec.com	•	•	•	•	•	•	•	•	•	5.000 x 5.000 x 5.000	•	•	3.000 x 3.000 x 3.000		•		•	
SEACAM (11) 5575-5737 www.gruposea.com.br	•	•		•		•	•							•	•	•		•
Solidtec Brasil (19) 3262-0013 fabiano@solidtecbrasil.com.br		•				•				600 x 700 x 450					•			
Stratasys (11) 2626-9229 www.stratasys.com.br	•					•	•			914 x 610 x 914					•			

MAQUINAS PARA PRODUÇÃO DE TUBOS

Maquinas completas para produção contínua de tubos com solda longitudinal tipo HF.

- Modelo MTU-40 - bitola máxima Ø 38,1 x 1,5mm.
- Modelo MTU-50 - bitola máxima Ø 50,8 x 2,5mm.
- Modelo MTU-100 - bitola máxima Ø 101,6 x 3,0mm.
- Modelo MTU-150 - bitola máxima Ø 152,0 x 5,0mm.



Wimaq

Wimaq Industrial LTDA
Rua Igapó, 37 - Bairro: Sarandi - Porto Alegre - RS
tel/fax: (51) 3364 5280 - <http://www.wimaq.com.br>
email: wimaq@wimaq.com.br

Empresa Telefone Site / e-mail	A empresa		Técnicas utilizadas																
			Manufatura aditiva / impressão 3D						Confecção de ferramental rápido			Materiais							
	Fornecer equipamentos	Presta serviços	Sinterização seletiva a laser (SLS, selective laser sintering)	Esterolitografia (SLA, stereolithography)	Manufatura de objetos em lâminas (LOM, laminated object manufacturing)	Modelagem por deposição de material fundido (FDM, fused deposition modeling)	Por jato/extrusão de resina (MJM, multi jet modeling)	Cura sólida na base (SGC, solid ground curing)	Conformação próxima do formato final via laser (LENS, laser engineered net shaping)	Estampagem incremental (p/peças metálicas)	Dimensões máximas dos protótipos (mm)	Vazamento a vácuo (vacuum casting) – em molde de silicone feito a partir de modelo em SLA	Rapid tooling por SLS (usando grânulos de aço e polímero)	Dimensões máximas do ferramental (mm)	Outras técnicas	Polímeros	Cerâmicas	Metais	Biocompatíveis (de todas as origens)
SYCAD Systems (11) 5541-3300 www.sycad.com.br	•	•				•	•				200 x 200 x 200					•			•
Tato Equipamentos (11) 5506-5335 tatoee@gmail.com	•					•					250 x 280 x 200					•			
UP 3D Brasil (11) 3715-1090 www.up3dbrasil.com.br	•	•				•					140 x 140 x 140	•		140 x 140 x 140	•				

Sua empresa não está aqui? Acesse www.arandanet.com.br/ccm e inclua.
 Notas: [1] Execução de protótipos. [2] Capacidade dos equipamentos comercializados. [3] Para FDM. [4] Para SLS.
 Obs.: Os dados constantes deste guia foram fornecidos pelas próprias empresas que dele participam e que enviaram respostas dentro do prazo estabelecido.
 Foram enviados questionários para 49 empresas. Fonte: Revista *Corte e Conformação de Metais*, Novembro de 2013.

Seja livre para criar... a partir de uma superfície



Desafia a fantasia, realizando produtos nunca antes criados. Vai além do conceito de centro de dobra, aproveitando da nova cinemática. Ama o meio ambiente, consumindo somente 4 kW. Respeita o homem, trabalhando em silêncio, em total segurança e com a máxima automação. O novo centro de dobra P1 realiza a perfeição.

P1



salvagninigroup.com

salvagnini