

## **Proposta de um Processo de Prototipagem Rápida via Modelagem por Deposição sob Temperatura Ambiente**

**Prof. Me. Valdemir Martins Lira**

**Escola Politécnica da Universidade de São Paulo Departamento de Engenharia de Controle e Automação Mecânica – Av. Prof. Mello Moraes, 2231 – Cidade Universitária – São Paulo – SP  
([valdemirlira@globocom.com](mailto:valdemirlira@globocom.com))**

**Prof.Dr. Gilmar Ferreira Batalha**

**Escola Politécnica da Universidade de São Paulo**

**Departamento de Engenharia de Controle e Automação Mecânica – Av. Prof. Mello Moraes, 2231 – Cidade Universitária – São Paulo – SP – Brasil ([gilmar.batalha@terra.com.br](mailto:gilmar.batalha@terra.com.br))**

**Prof. Dr. Marcos Ribeiro Pereira Barretto**

**Escola Politécnica da Universidade de São Paulo Departamento de Engenharia de Controle e Automação Mecânica – Av. Prof. Mello Moraes, 2231 – Cidade Universitária – São Paulo – SP – Brasil ([mrpbarretto@uol.com.br](mailto:mrpbarretto@uol.com.br))**

### **Resumo**

Na prototipagem rápida, a transformação do material, de maneira geral, é realizada via laser ou resistência elétrica. Esta forma de transformação durante o processo de prototipagem culmina também nos custos altos do protótipo e do equipamento. Uma outra possibilidade que se apresenta, entretanto, é o uso de material alternativo para um processo de transformação que não use laser, ou mesmo resistência elétrica. Nesse artigo propõe-se um processo de prototipagem rápida que visa à geração de protótipos com uso de material alternativo, o qual pode ser trabalhado sob temperatura ambiente, na geração de protótipos para aplicação em várias áreas. Para tanto, propõe-se o processo denominado Modelagem por Deposição sob Temperatura Ambiente (*MDTA*), da família de *Fused Layer Modeling (FLM)*. O artigo também apresenta experimentos realizados no sentido de fundamentar qualitativamente o processo *MDTA*, por meio da obtenção e do conhecimento de suas características de preparação, operação, utilização dos protótipos gerados, custo e características do material empregado e pós-processamento dos protótipos.

**Palavras-chaves:** *Prototipagem Rápida, Fused Layer Modeling, Protótipo, Modelagem por deposição*

## **1. INTRODUÇÃO**

A tecnologia da prototipagem rápida (PR) teve sua aplicação prática com a implementação da primeira máquina em 1987 e, em 1993, o cenário dessa tecnologia já atingia considerável evolução. Segundo Steger, Geiger e Haller<sup>(1)</sup>, nessa época, os altos custos das máquinas de PR, o tempo ainda elevado no processo, a pouca disponibilidade de materiais e a pouca precisão dos protótipos resultantes limitavam a aceitação dos sistemas de PR e eram obstáculos à sua efetiva integração no sistema industrial e à sua aplicação em outras áreas. Esses desafios contribuíram para o aprimoramento dos sistemas de PR e, posteriormente, possibilitaram uma aplicação variante denominada de *Rapid Tooling*\* (RT) para atender às exigências do mercado diante de novas tarefas e desafios no desenvolvimento de produtos[2].

---

\* O termo *Rapid Tooling* pode ser entendido como a geração e manufatura rápida de ferramentas, como moldes ou matrizes, sem uso de máquinas operatrizes. O protótipo gerado é uma ferramenta pronta para o seu uso.

Atualmente, o estágio de desenvolvimento tecnológico da PR indica a existência de “ilhas de soluções”, em relação à tecnologia embarcada na máquina para a construção de um protótipo e a necessidade de avaliar outros materiais e processos. Além disso, máquinas de PR de menores dimensões e melhor grau de empacotamento poderiam ser até utilizadas na fabricação de um pequeno volume de produtos para o mercado, tais como objetos personalizados, maquetes, moldes, peças de mostruário, peças para fins didáticos etc.

Desta forma, propõe-se um processo de PR por meio de Modelagem por Deposição, decorrente do uso de materiais com custos relativamente acessíveis e que possam ser moldados sob temperatura ambiente.

### 1.1. Aplicação da PR no desenvolvimento de produtos

Segundo Wohlers<sup>(3)</sup>, é possível utilizar a tecnologia da PR no desenvolvimento de produtos como segue:

A) Na construção de protótipos, para avaliação e adequação da funcionalidade e da forma geométrica dos produtos, isto é, para análise da aplicabilidade. Desta análise derivam-se importantes mecanismos para quantificar a matéria-prima a ser utilizada e prever as dimensões e precisões envolvidas no produto;

B) Frequentemente os protótipos construídos são modelos físicos da aparência externa de produtos ou propostas intuitivas (mostruário). Nesses casos, a facilidade e a rapidez de construção do protótipo e o seu custo são fatores fundamentais, isto é, a PR só é justificada quando efetivamente facilita a etapa inicial de desenvolvimento de produtos;

C) A PR é utilizada para satisfazer à exigência de alguns processos, como a fundição sob pressão, que necessita de moldes especiais. Nesses casos, o protótipo gerado é o molde que deve ter alta precisão dimensional, excelente acabamento superficial, adequada resistência ao calor e satisfatória dureza.

### 1.2. Visão Geral da tecnologia PR

Na *Figura 01*, tem-se uma visão geral das etapas da utilização de PR, desde o desenho até a construção do protótipo.

A etapa inicial para se obter um protótipo envolve a elaboração de um desenho, isto é, das representações geométricas do modelo sólido com apoio de um sistema CAD (*Figura 01*). Inicialmente, no sistema CAD, tem-se as etapas de concepção do protótipo e de definição de sua forma geométrica, que são armazenadas, em geral, no formato STL<sup>†</sup> [4]. Os dados geométricos em arquivo representam o protótipo que é então “fatiado” com um *software* apropriado, de acordo com a especificação da máquina de PR. As fatias ou camadas do protótipo são verificadas no intuito de corrigir eventuais erros oriundos da fase de desenvolvimento do modelo sólido do protótipo no sistema CAD e, nessa etapa, é feita, se necessária, a correção de falhas, nos espaços onde não ocorre o “fechamento” dos planos de superfície do desenho do modelo sólido do protótipo. Esse tratamento é essencial para a construção do protótipo.

Em termos de família de PR (*Figura 01*), as máquinas podem trabalhar com resinas termoestáveis, utilizadas no processo via laser (*stereolithography*), ou pós metálicos e não-metálicos (*laser sinter*), ou termoplásticos (*Fused Deposition Modeling*) obtidos por fusão por meio de resistência elétrica [5]. Embora apresente bons resultados de precisão dimensional e resistência mecânica, e exista a predominância de sua utilização como elemento no processo de transformação do material a ser trabalhado, o laser encarece o equipamento e ainda apresenta um custo elevado de manutenção devido às suas características de trabalho, como ajuste do foco, diâmetro de varredura e

---

<sup>†</sup> STL é a abreviação das palavras em inglês “*stereolithography tessellation language*” e representa um formato de arquivo, que gera finitos triângulos. Estes triângulos representam toda superfície do modelo, para que o mesmo seja reconhecido, no software de fatiamento, e fatiado em camadas de espessuras finas.

ajuste da profundidade, durante o uso como fonte de energia para a fusão do pó metálico ou termoplástico, ou solidificação da resina líquida [6][7] [8].

A geração da trajetória é uma grandeza inerente às características de cada processo, pois existem processos que necessitam de deslocamentos no eixo “X” e “Y” ou somente em “X”.

Nas etapas finais desse procedimento, por meio de um dos processos gerativos, obtém-se o protótipo que posteriormente poderá necessitar de operações de acabamento ou pós-processamento (Figura 01).

Observa-se que, desde o lançamento da primeira máquina de PR, em 1987, até os dias de hoje, novos processos e novas máquinas têm sido desenvolvidos, de modo que foram descritas aqui as etapas gerais e mais comumente encontradas.

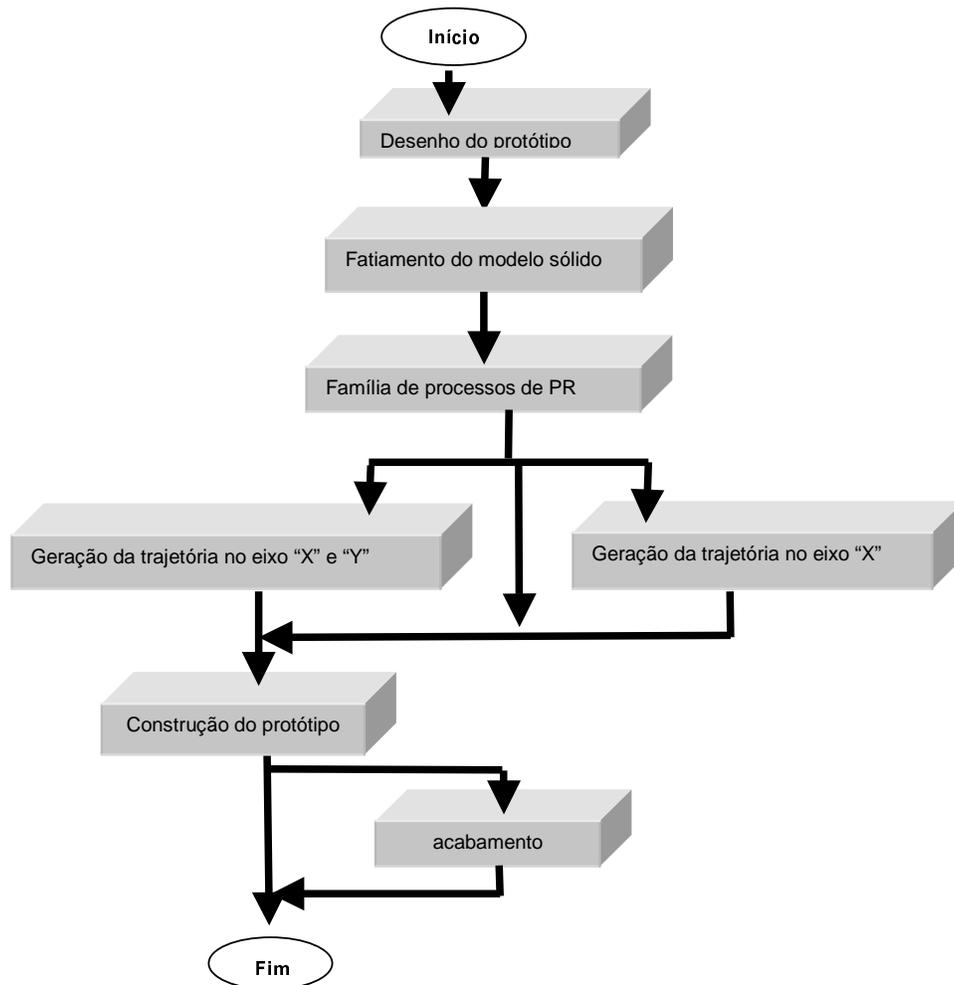


Figura 01 – Principais etapas de utilização de PR

### 1.3. Classificação dos processos de PR via estado da matéria usada na construção do protótipo

Quando a *stereolithography* de prototipagem rápida foi lançada no mercado, o laser era o elemento de transformação do material do estado líquido para o sólido. Hoje é possível a escolha entre cerca de 20 diferentes processos, nos quais o material pode estar nos três estados da matéria (sólido, líquido e gasoso). Partindo desses princípios físicos, a técnica de construção de protótipos foi mudada ao longo do tempo[9]. Atualmente os processos de PR podem ser classificados via estado da matéria (Figura 02) e a transformação do estado físico ocorre por polimerização, por fusão (sólido e gasoso), sendo o laser e a resistência elétrica os agentes de transformação.

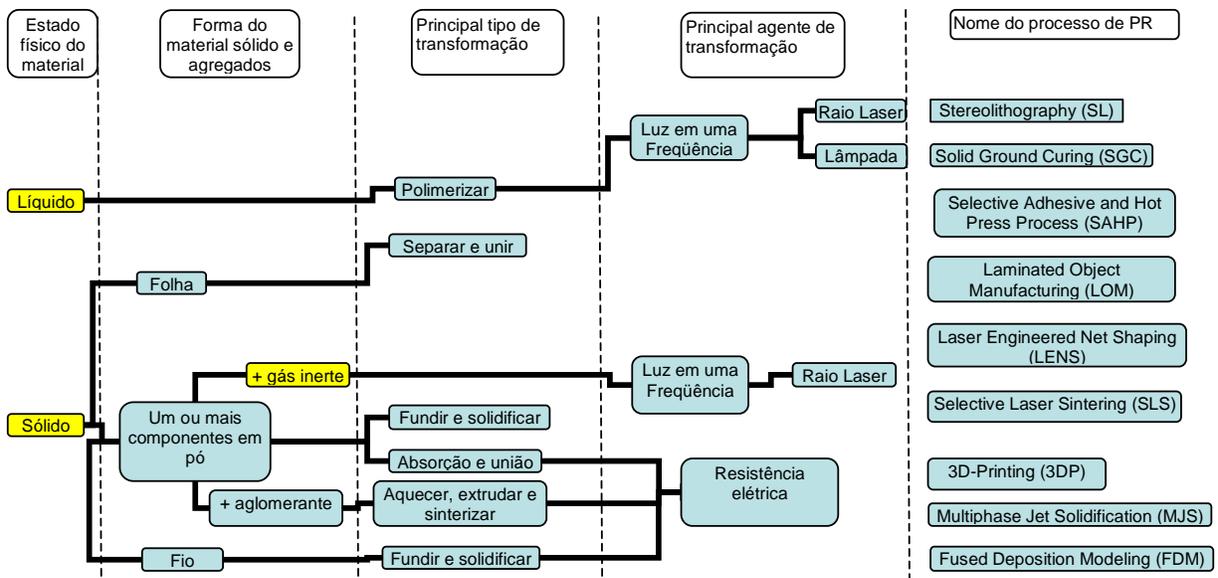


Figura 02 – Classificação de alguns processos de prototipagem rápida via estado da matéria usada na construção do protótipo, adaptada de Gebhardt [10].

Portanto, apesar do enorme avanço, há muito ainda que se desenvolver de modo específico na utilização de materiais de baixo custo, pois os materiais trabalhados nesses processos necessitam ser transformados sob temperatura acima da ambiente e isso requer aparatos para o controle de tais temperaturas e da atmosfera onde será gerado o protótipo.

## 2. PROPOSIÇÃO DE PROCESSO PR VIA MODELAGEM POR DEPOSIÇÃO SOB TEMPERATURA AMBIENTE

Conforme a Figura 03, os processos de PR, de uma maneira geral, transformam o estado físico do material (sólido → líquido ou líquido → sólido). Tais processos requerem tratamento de gases, sistemas de proteção e refrigeração, entre outros. Como exemplo de transformação do estado da matéria, existem alguns processos de PR via *Fused Layer Modeling* (FLM) (Figura 03), nos quais o material sofre fusão. Essa forma de transformação do material envolve o controle da temperatura do ambiente em que ocorre a fusão [11] [12] [13].

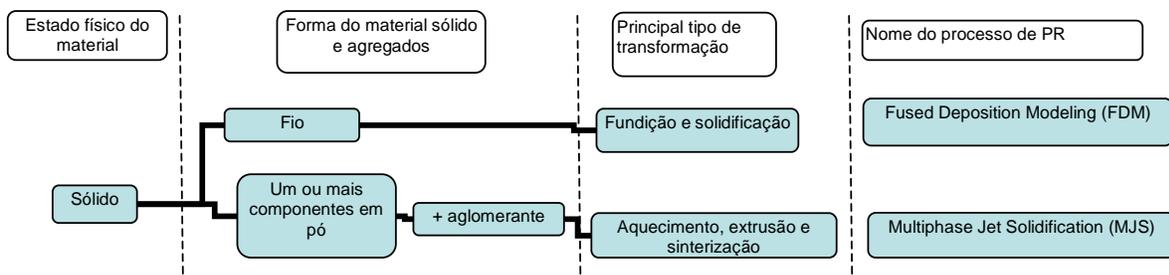


Figura 03 – Estado da matéria para alguns processos de PR via *Fused Layer Modeling* (FLM), adaptada de Gebhardt [10].

Diante das características dos processos PR, realizaram-se experimentos com materiais à temperatura ambiente para se obter as características qualitativas, de operação, de preparação, a fim de fundamentar e propor um processo para construir, com baixo custo, um protótipo via modelagem por deposição sob tal condição.

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

Para se determinar as características técnicas do processo proposto, doravante denominado de Modelagem por Deposição sob Temperatura Ambiente (MDTA), é importante conhecer os aspectos qualitativos (forma geométrica, custo do material, utilização, processamento e pós-processamento), de preparação e de operação, obtidos pelos materiais e métodos, os quais serão descritos a seguir.

#### 3.1 Materiais

Foram selecionados materiais com capacidade de aderência entre as camadas e também foram considerados aspectos como baixo custo, atóxico, transformação sob temperatura ambiente, entre outros. Dentre os materiais com essas características, selecionou-se um compósito à base de carboidrato, por ser facilmente moldado e pode ser utilizado na construção de protótipos com geometrias básicas.

Para injetar o compósito à base de carboidrato foi necessário o desenvolvimento de um dispositivo mecânico, o qual possibilita a deposição de material em forma de filamento sob temperatura ambiente.

O dispositivo desenvolvido para o estudo do processo MDTA foi montado no eixo Z de uma fresadora CNC Didática, marca: EMCO, modelo F1 – CNC, a qual realiza movimentos nos eixos em X, Y e Z. Com o uso dessa máquina, foi possível programar os deslocamentos da mesa e determinar parâmetros de trabalhos, tais como: velocidade de deslocamento da mesa, distância ideal do bico injetor entre as camadas, velocidade de injeção do material, entre outros.

#### 3.2 Métodos

Para se depositar os filamentos sobre a superfície da mesa fresadora, a programação das coordenadas da trajetória do bico de saída de material foi feita linha a linha em código “G”<sup>‡</sup>.

Em seguida, determinaram-se empiricamente os seguintes parâmetros de operação:

- A) distância do bico injetor até a face da superfície de deposição do material, para o material não se espalhar ou ficar muito distante da superfície de deposição;
- B) velocidade de deslocamento da mesa.

Tais parâmetros foram considerados na MDTA, pois, para a deposição de material, desloca-se a mesa (“X” e “Y”) com velocidade e distância de deposição (entre o bico injetor e a superfície de deposição) apropriadas para não ocorrer acúmulo ou falta de material durante a deposição.

Com os parâmetros acima aventados, o compósito é depositado camada sobre camada para verificar se ocorre ou não a aderência entre elas, o que é um aspecto fundamental para construção de protótipos nos processos de PR, assim como na MDTA.

### 4. EXPERIMENTOS

Usando-se o compósito à base de carboidrato, observou-se visualmente que ocorre aderência de camadas umas sobre as outras (*Figura 04*). A espessura e a altura da camada, de 0,65 mm, são correspondentes ao diâmetro do bico injetor. A porcentagem volumétrica de contração do material da camada não foi determinada, porque esse dado requer um estudo específico, como o realizado por Künstner [13] no processo *Multiphase Jet Solidification* (MJS).

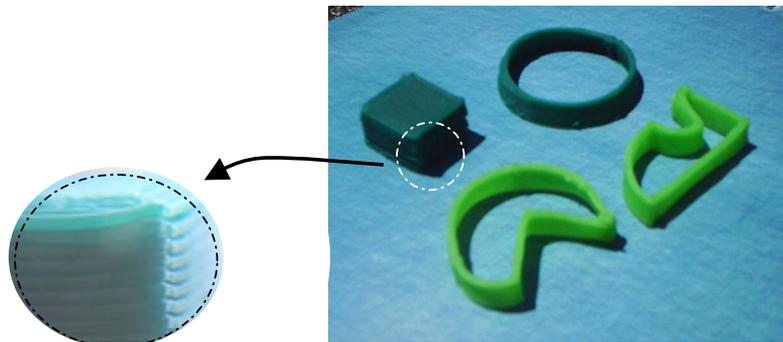
---

<sup>‡</sup> A ISO (International Organization for Standardization) adotou a forma de programação dos deslocamentos dos eixos da máquina em código G (general ou preparatory).



*Figura 04 – Detalhe da grandeza geométrica da espessura da camada aderida*

Com a constatação da aderência entre camadas, foram programados os deslocamentos dos eixos em X, Y e Z da fresadora CNC para se construir protótipos em forma de cubos maciços e formas circulares ou mesmo com outra geometria (*Figura 05*), e também para observar se as camadas permaneceram sobrepostas, durante a deposição, usando-se um bico injetor de 0,65 mm.



*Figura 05 – Protótipos gerados por meio da MDTA com uso de compósito à base de complexo de carboidrato.*

Concomitantemente à construção de protótipos, foram observados aspectos qualitativos, de preparação, de operação, de processamento e de pós-processamento, os quais serão discutidos no item a seguir.

## **5. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Os experimentos com o processo MDTA demonstram as seguintes características:

A) Preparação e operação: o compósito à base de carboidrato encontra-se, inicialmente, pastoso e homogêneo, o que facilita seu escoamento ao ser injetado. Essa consistência pastosa não requer aquecimento, tanto para o ambiente no qual o protótipo será construído, quanto para operação de deposição do material camada por camada, pois no compósito de carboidrato há elementos que, além de facilitar a fluidez e diminuir a resistência nas paredes internas do cilindro, possibilitam mais flexibilidade e maleabilidade durante o processo de injeção.

B) Análise dimensional: usou-se bico injetor com diâmetro de saída de 0,65 mm, de modo que tanto a largura quanto a altura das camadas são proporcionais à dimensão do diâmetro, enquanto a precisão varia na casa de décimos de milímetro. Isso indica que o MDTA pode proporcionar igual ou maior precisão do que as do processo via *Fused Layer Modeling* (FLM). Para tanto, basta utilizar bico injetor de mesma dimensão.

C) Análise de forma: nos processos de PR via FLM, a deposição do material é contínua e não há interrupção automática, como nos processos via *laser*. Na deposição contínua, deve-se considerar o *timer* de pausa para a leitura do comando de mudança de direção (X, Y e Z), o qual deve ser proporcional à vazão de deposição do material durante a trajetória (linear, circular ou qualquer forma curvilínea) do bico injetor. A trajetória também deve ser otimizada, ou seja, não pode ocorrer repetição da trajetória do bico na mesma camada em construção, isso porque ocorrerá acúmulo de material nesses pontos, de modo a influenciar negativamente na forma final do protótipo. O problema do acúmulo de material pode ser diminuído sensivelmente ou mesmo ser eliminado via *software* com *timer* apropriado para essa nova forma de gerar peças via MDTA. Outra ação a ser avaliada no sentido de se reduzir o acúmulo de material é a redução do diâmetro do bico injetor, de 0,65 mm, usado nos experimentos, para dimensões menores.

D) Custos com material: o custo do compósito à base de complexo de carboidrato é de R\$ 17,00/Kg, considerado baixo, principalmente por encontrar-se disponível em cores variadas, o que pode ser um recurso desejável para a construção de protótipos.

E) Utilização: os protótipos gerados por esse processo podem ser utilizados de forma apropriada na modelagem concepcional, na confecção de objetos sob temperatura ambiente, assim como no *Rapid Tooling*. Nesse último, especificamente, foi possível moldar, em gesso de fundição, cavidades com a forma dos protótipos, para posterior fundição, por gravitação, de peças em estanho. A MDTA ainda possibilita a confecção de brinquedos multicores sendo uma característica importante para diferenciar ou notar formas. Por ser atóxico, o compósito à base de carboidrato não gera gases para posterior tratamento, nem requer proteção pessoal durante a sua manipulação ou injeção, ao contrário do que ocorre nos processos via laser. Além disso, tal processo não exige controle de temperatura, como no FDM e no MJS, em que as temperaturas de trabalho estão acima da ambiente e devem ser controladas para que o material permaneça fluidificado. Portanto, com a MDTA é possível trabalhar em diversos ambientes, tais como os de desenvolvimento de produtos ou de produção e instituições voltadas ao ensino da PR.

F) Processamento: o material usado no processo MDTA obtém consistência<sup>§</sup> em 3 horas após a sua injeção. Essa diferença de tempo deve ser observada quando se necessita gerar protótipos de alta complexibilidade, nos quais existem muitas cavidades e/ou partes delgadas que estão localizadas interna ou externamente ao protótipo. Isso requer, portanto, um estudo da localização de estruturas de apoio nessas regiões. Para se obter um menor número de estruturas, deve-se usar material que exija menor tempo para se obter consistência ou mesmo acelerar a obtenção da consistência do material atual.

O dispositivo de injeção desenvolvido no MDTA utiliza reservatório removível e isso facilita o reabastecimento ou até a substituição do reservatório. Outra possibilidade é a utilização de dois reservatórios com materiais de cores diferentes, mantendo-se o baixo custo operacional.

A energia requerida no MDTA para injetar material por meio de um bico com de diâmetro de 0,65 mm é baixa, pois o motor usado para realizar o trabalho de injeção requer 3 Watts de potência. Deve-se observar que o protótipo gerado com o carboidrato deve ser manipulado em ambiente seco, pois em ambiente úmido o protótipo poderá perder parcialmente a forma original, assim como nos processos de PR via *Layer Laminate Manufacturing* (LLM), nos quais as camadas são geradas por folhas de papel impregnadas com cola.

---

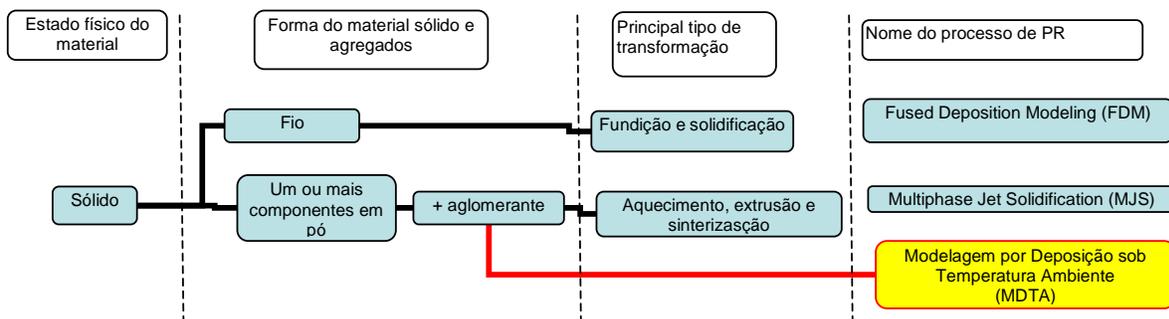
<sup>§</sup> Adotou-se como uma consistência física do compósito ao ser solicitado por compressão por um bloco (20gr) de metal, emulando-se assim o peso correspondente a várias camadas sobrepostas do mesmo compósito e observou-se que ocorreu pouca deformação visual (usando-se uma lupa de ampliação 20x).

G) Pós-processamento: o acabamento se faz necessário em casos que requerem estruturas de apoio, as quais são geradas com o próprio material do protótipo, não havendo necessidade de outro reservatório de material para gerá-las. Portanto, o MDTA não requer trajetórias e deslocamentos adicionais para limpeza e posicionamento dos bicos injetores, como no FDM, que usa um para o reservatório de material do protótipo e outro para o reservatório do suporte.

## 6. CONCLUSÕES

Com base nos resultados dos experimentos, propõe-se um novo caminho na prototipagem rápida em termos de transformação do estado do material (*Figura 06*). O processo MDTA (Modelagem por Deposição sob Temperatura Ambiente) proporciona assim uma nova ramificação no modo de se trabalhar um material no estado sólido. Isto é, ao ser injetado à temperatura ambiente, a cura do material é obtida naturalmente, sem aquecimento, ao contrário do que ocorre com outros processos que usam material em estado sólido. Também foram analisados empiricamente parâmetros como velocidade de deposição, distância ideal do bico injetor entre as camadas, entre outros, e ainda os seguintes aspectos: preparação, operação, dimensional e forma dos protótipos, custo do material, utilização dos protótipos, processamento e acabamento. Conclui-se, portanto, com tais experimentos, que o processo MDTA, com uso de materiais com potencial para serem trabalhados à temperatura ambiente, é uma excelente alternativa para a construção de protótipos com custo relativamente menor em relação aos processos via FLM.

As características avaliadas nos experimentos realizados são consideradas como um indicativo concreto de uso desses materiais na construção de protótipos e definem uma nova ramificação (*Figura 06*) dos processos de PR baseados em deposição de material sem aquecimento, ou seja, à temperatura ambiente.



*Figura 06 – Estado da matéria para alguns processos de PR via Fused Layer Modeling (FLM) com ramificação proposta, adaptada de Gebhardt [10].*

## 7. AGRADECIMENTOS

A realização da etapa experimental deste trabalho só foi possível com colaboração da Faculdade de Tecnologia de São Paulo (FATEC-SP), a qual disponibilizou uma fresadora CNC, e também com imprescindível prestatividade e apoio técnico do tecnólogo em mecânica Antônio Lopes Miranda (FATEC-SP).

## 8. BIBLIOGRAFIA

1. STEGER, W.; Geiger, Martin; Haller, T. Data Models and Information Techology for the Production of Prototypes, in: The Fourth International Conference on Rapid Prototyping, Fraunhofer Institut for Manufacturing Engineering and Automation (IPA) Stuttgart, Alemanha. 1993. nº 111. p. 333-340.

2. LINDNER, F. **Vergleichende Analyse zur Seriennähe von Rapid Tooling-Prozessketten und spritzgegossenen Kunststoffprototypen**. 2002. Tese (Doutorado) - IKV-Berichte aus der Kunststoffverarbeitung, Fakultät für Maschinenwesen der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule (RWTH) Aachen, Alemanha, 2002.
3. WOHLERS, T.T.: State of the Industry report on rapid prototyping worldwide; Fort Collins; Wohlers Associates Inc.; v 1, 1998.
4. GEUER, Axel. **Einsatzpotential des Rapid Prototyping in der Produktentwicklung**. 1996. Tese (Doutorado) – Fakultät für Maschinenwesen, Technischen Universität München, München, Alemanha, 1996.
5. LORENZEN, J.; BREITINGER, F. Rapid Tooling for pressure Die-Casting. In Prototyping Technologie International '97. UK & International Press, Dorking, UK, 1997.p.258.
6. SCHUBART, Doris. **Prozeßmodellierung und Technologieentwicklung beim Abtragen mit CO<sub>2</sub>- Laserstrahlung**. 1999. Tese (Doutorado) – Bericht aus dem Lehrstuhl für Fertigungstechnologie (LFT), Technischen Fakultät der Friedrich Alexander Universität, Nürnberg, Alemanha, 1999.
7. HINSE, Stern A. **Laserheißdrahtbeschichten**. 1998. Tese (Doutorado) – Fakultät für Bergbau, Hüttenwesen und Maschinenwesen, Technischen Universität Clausthal, Clausthal, Alemanha, 1998.
8. LEIBINGER, Berthold. Der Laser in Deutschland – ein Erfolgsmodell zwischen Wissenschaft und Industrie. **Stuttgarter Lasertage '03**, p. 6-7.2003.
9. CAND, E. Wellbrock; Mueller, D. H.; Mueller, H. Beschreibung ausgewählter Rapid Prototyping Verfahren. In: Bremen Institut für Betriebstechnik und angewandte Arbeitswissenschaft an der Universität Bremer (BIBA), Bremen, Alemanha, 2002. p8.
10. GEBHARDT, A.: **Rapid Prototyping – Werkzeuge für die schnelle Produktentwicklung**. München: Hanser, 2000. 409 p.
11. GREUL, Mathias. **Entwicklung und Optimierung eines Rapid Prototyping Verfahrens zur Herstellung metallischer und keramischer Prototypen**. 1996. Tese (Doutorado) – Fakultät für Bergbau, Hüttenwesen und Maschinenwesen, Technischen Universität Clausthal, Clausthal, Alemanha, 1996.
12. WEITZEL, R. **Maschinenneutrale Prozeßdatenaufbereitung für Schichtfertigungsverfahren**. 2000. Dissertação (Mestrado) – Fachbereich Informatik der Universität Bremen, Alemanha, 2000.
13. KÜNSTNER, Matthias. **Beitrag zur Optimierung des Multiphase Jet Solidification (MJS) – Verfahrens zur Freiformenden Herstellung funktionaler Prototypen**. 1999. Tese (Doutorado) – Universität Bremen, Bremen, Alemanha, 1999.

***Proposal of a Process of Rapid Prototyping for Deposition Modeling at Room Temperature***

**Prof. Me. Valdemir Martins Lira**

**Escola Técnica Estadual Martin Luther King – Centro Estadual de Educação Tecnológica  
“Paula Souza” – São Paulo – Rua Apucarana, nº 815 – Tatuapé – CEP 03311-000 – São Paulo  
([valdemirlira@globo.com](mailto:valdemirlira@globo.com))**

**Prof.Dr. Gilmar Ferreira Batalha**

**Escola Politécnica da Universidade de São Paulo  
Departamento de Engenharia de Controle e Automação Mecânica – Av. Prof. Mello Moraes,  
2231 – Cidade Universitária São Paulo – SP – Brasil ([gilmar.batalha@terra.com.br](mailto:gilmar.batalha@terra.com.br))**

**Prof. Dr. Marcos Ribeiro Pereira Barretto**

**Escola Politécnica da Universidade de São Paulo  
Departamento de Engenharia de Controle e Automação Mecânica  
Av. Prof. Mello Moraes, 2231 – Cidade Universitária  
São Paulo – SP – Brasil ([mrpbarretto@uol.com.br](mailto:mrpbarretto@uol.com.br))**

**Abstract**

On rapid prototyping the transformation of material is, generally, executed by means of laser or electrical resistance. This type of transformation during the prototyping process also culminates on high cost of prototype and equipments. The aim was, as a result, the use of an alternative material for a process of transformation which doesn't make use of laser nor electrical resistance heating. In this article it is proposed a new prototyping process which aims to the generation of prototypes using an alternative material, which can be molded at room temperature on the generation of prototypes to be utilized on several areas. To do so, a process named Deposition Modeling at Room Temperature (DMRT) is proposed. This article also presents experiments made in order to support the DMRT process through achieving knowledge about its quantitative and preparation's characteristics, its operation and its working parameters, during the prototype generation process.

***Key words:*** *Rapid prototyping, Fused Layer Modeling, Prototype, Deposition Modeling*