

Manufatura Avançada para a Competitividade.

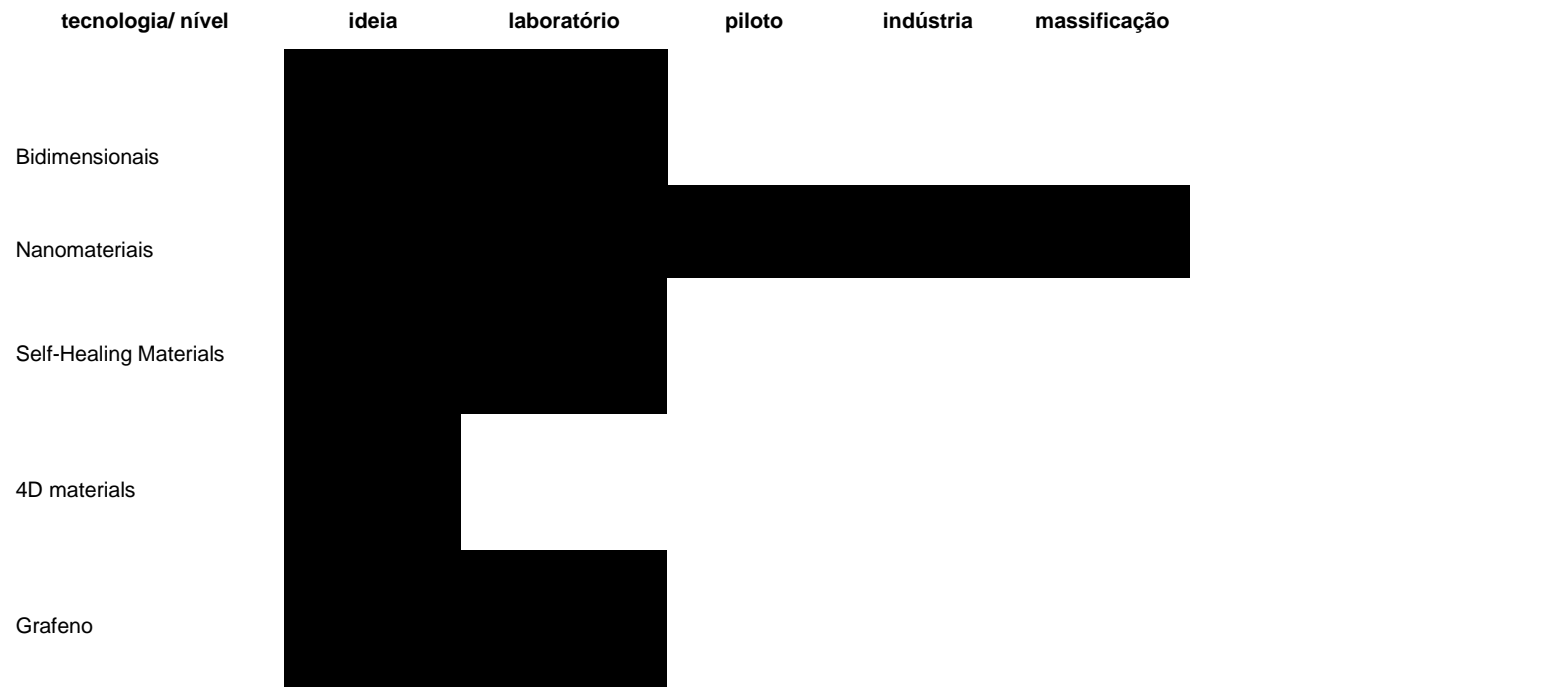
1) Materiais avançados: aplicações de materiais bidimensionais, terras raras, cerâmicas e polímeros para manufatura aditiva e metamateriais.

- **Materiais Avançados**

Contexto: O desenvolvimento de materiais com propriedades excepcionais pode ter como foco desde propriedades de resistência mecânica e condutividade até propriedades magnéticas e biológicas. Como exemplos recentes podem ser citados a criação de novas ligas mais resistentes ao calor, ao desgaste e à corrosão, que tem permitido levar os processos industriais a condições mais extremas; plásticos e compósitos, que possibilitam a produção de componentes mais leves, mais resistentes e mais baratos, com ganhos substantivos desempenho, de consumo energético e de acesso a estes produtos. Novas possibilidades de desenvolvimento irão advir de descobertas científicas recentes como, por exemplo, modificações na escala nanométrica e técnicas avançadas de manufatura como manufatura aditiva, deposição de filmes finos e modificação funcional de superfícies.

Áreas do futuro: as áreas de desenvolvimento de materiais avançados podem ser muito amplas sendo possível citar como exemplos as seguintes: (i) desenvolvimentos de materiais tradicionais com foco em obtenção de propriedades excepcionais; (ii) materiais em duas dimensões (“2D materials”); (iii) materiais para manufatura aditiva (cerâmicas, polímeros, metais e suas ligas e “4D materials”); (iv) “self-healing materials”; (v) materiais e componentes baseados em grafeno e outras estruturas na escala nanométrica; (vi) aplicação de terras raras em ligas para aplicação em energia e ligas com propriedades especiais (ex.: resistência a altas temperaturas); (vii) uso de técnicas computacionais para desenvolvimento de materiais e processos de transformação, e predição de propriedades; (viii) metamateriais.

Oportunidades para o Estado de São Paulo: indústria automotiva, aeronáutica, indústrias de manufatura de materiais poliméricos, compósitos e metálicos, saúde, construção civil, energia, semicondutores, dentre outras.



Terras raras

Lab On a Chip

Metamateriais



2) Automação da manufatura, sistemas cyber físico, IoT industrial, robótica colaborativa e matemática industrial para o aumento da competitividade da indústria paulista.

- **Manufatura Aditiva**

Contexto: a Manufatura Aditiva (MA) permite a fabricação de geometrias complexas, com diversos potenciais. Novas geometrias podem permitir redução significativa de peso nos componentes através de otimização topológica. Além disso, é possível a integração de funcionalidades nos componentes, como elementos filtrantes e trocadores de calor, ou combinação de diversos componentes em um só, de modo a simplificar operações de montagem. Geometrias complexas permitem a criação de trocadores de calor com eficiência superior, com implicações importantes para o projeto de canais de resfriamento de moldes para injeção, por exemplo, com ganhos significativos de produtividade. O desenvolvimento de técnicas de fabricação e novos materiais pode permitir a construção de estruturas com propriedades mecânicas ou térmicas que variam ao longo da geometria das peças, o que pode ensejar novas aplicações. Vislumbra-se o uso de MA para o desenvolvimento de estruturas para crescimento de tecidos vivos artificiais, como órgãos. É de extrema importância o aproveitamento dos conhecimentos técnicos já existentes no Estado no desenvolvimento de projetos utilizando MA como ferramenta aproveitando as vantagens da técnica como a liberdade de forma.

Áreas do futuro: as áreas que podem se beneficiar da técnica vão desde a área médica, a área de petróleo e gás, indústria automotiva, aeroespacial, ferramentaria e química. Há espaço para criação e desenvolvimento tanto nas técnicas de projeto e equipamentos de manufatura como nos materiais que podem ser metais, cerâmicos, poliméricos, biológicos e mesmo a combinação destes.

Oportunidades para o Estado de São Paulo: São Paulo é o maior polo industrial do Brasil, concentrando as maiores empresas automotivas, metalúrgicas, metal-mecânica, polímeros, dentre outras que podem se beneficiar de MA na aplicação fabril e de novos materiais adequados à fabricação tridimensional. Além do mais, o Estado tem alta concentração de universidades, institutos de pesquisa, startups e indústrias de diversas áreas, capazes de desenvolver projetos com foco em MA como ferramenta.

Panorama temporal



Impressoras p/ compósitos

Impressoras p/ mat.
cerâmicos

Materiais poliméricos

Materiais metálicos

Materiais compósitos

Materiais cerâmicos

Bioimpressão 3D

Otimização topológica

Incorporação de
funcionalidades

Consolidação de
componentes

Lab On a Chip 3D

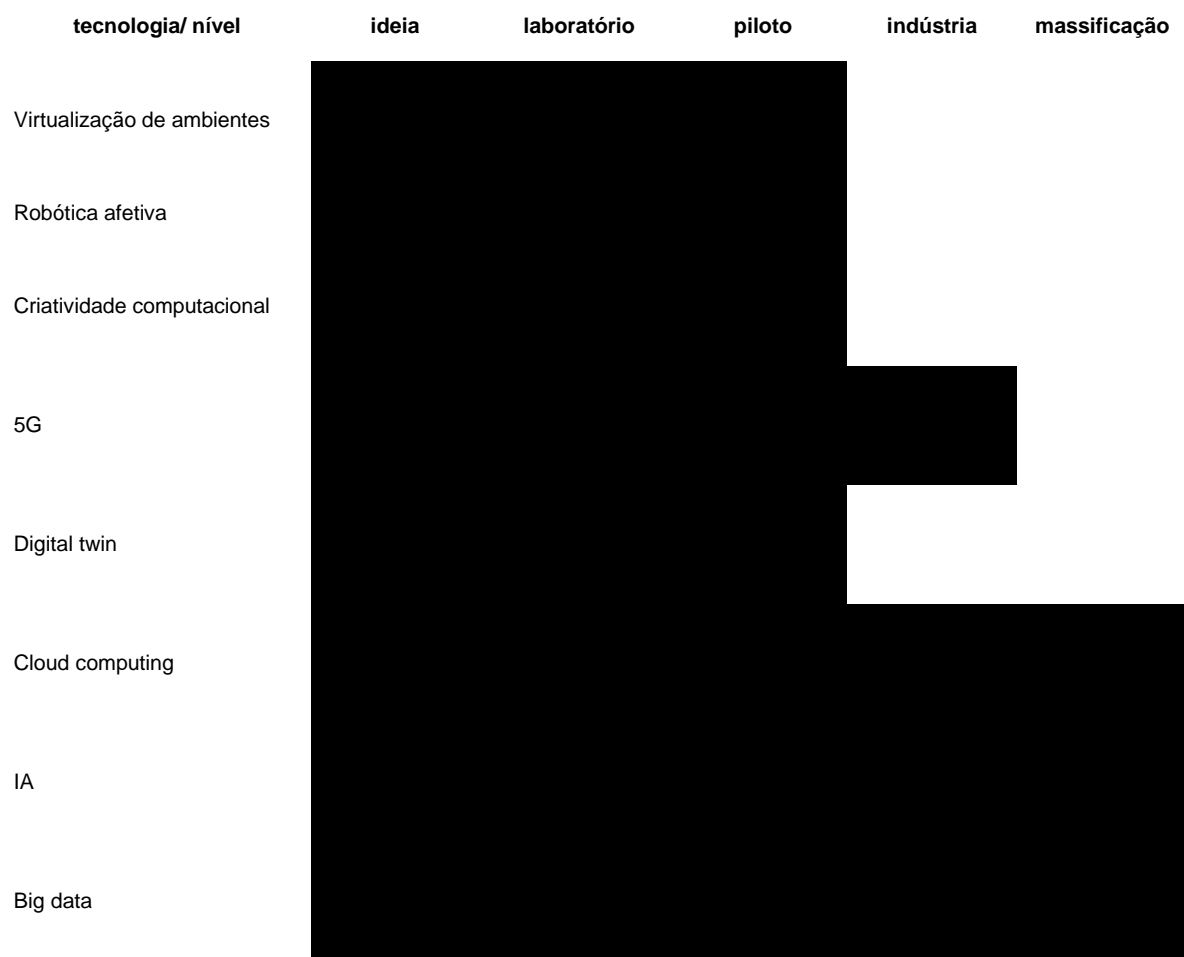
- **Robótica Colaborativa Autônoma**

Contexto: robôs colaborativos podem trabalhar lado a lado com operadores, melhorando a produtividade fabril sem necessidade de adequação de ambientes para acomodá-los. Com a combinação

Áreas do futuro: virtualização de ambientes (permite ensaios remotos), robótica afetiva (aplica IA no comportamento do autômato e melhora níveis de produtividade no trabalho), criatividade computacional (identificar gaps entre informações coletadas a partir de big data e inteligência artificial e propor soluções alternativas não randômicas e sistemáticas baseadas em tomadas de decisão). Outras possibilidades de desenvolvimento se referem à 5G, cloud, edge e fog computing, inteligência artificial e Big Data. A aplicação de realidade aumentada em robótica fabril, algo que já vem sendo experimentado na indústria automotiva e está acontecendo de fato na medicina. Existem desafios ainda acerca da uniformização de protocolos de comunicação entre os robôs para implementação em massa desses sistemas na indústria.

Oportunidades para o Estado de São Paulo: conforme Cedric Craze, diretor da Pollux, a densidade robótica no país hoje é de 10 robôs para cada 10.000 trabalhadores. Países desenvolvidos têm entre 350 e 450 robôs para cada 10.000 trabalhadores. O desenvolvimento de gateways de comunicação entre robôs além de aplicação de tecnologia 5G neste contexto podem ser soluções para os problemas de comunicação entre robôs na indústria.

Panorama temporal



- **Modelagem Matemática para Aplicação na Manufatura**

Contexto: A utilização de modelagem matemática possibilita o desenvolvimento mais rápido de soluções e inovações com maior nível de qualidade, eficiência e adequabilidade à finalidade de um processo ou produto. Atualmente a modelagem matemática é aplicada nos mais diversos ramos de atividade em diferentes níveis de complexidade. Além disso, a modelagem matemática aplicada aos ramos industriais pode ser desenvolvida em diferentes escalas, desde a escala atômica dos materiais até a escala de virtualização do ambiente industrial e pode considerar os mais diversos fenômenos.

Áreas do futuro: Tendo em vista o caráter multi-escala e multi fenomenológico, uma das áreas de trabalho para que aplicação de modelagem matemática seja amplamente aplicada aos diversos ramos industriais é a integração entre as diversas escalas e fenômenos. Além disso, a modelagem matemática poderá ser aplicada das seguintes formas: (i) prototipagem virtual de processos, componentes e produtos no ambiente de aplicação; (ii) virtualização do ambiente fabril; (iii) desenvolvimento de processos em diferentes ramos industriais; (iv) desenvolvimento de novos materiais e seus processos produtivos; (v) otimização topológica para desenvolvimento de geometrias funcionais.

Oportunidade para o Estado de São Paulo: A modelagem matemática pode ser aplicada em diversos ramos de atividades desde processos industriais nos ramos de mineração, indústria de transformação, de produção de bens de consumo duráveis, de indústria química de aplicações para saúde.

Panorama temporal

tecnologia/ nível	ideia	laboratório	piloto	indústria	massificação
prototipagem virtual de processos					
virtualização do ambiente fabril					
otimização topológica para desenvolvimento de geometrias funcionais					

- Integração de Ambientes Físicos e Virtuais na Manufatura**

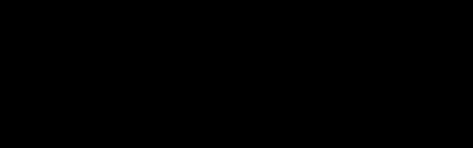
Contexto: a oferta de softwares de modelagem matemática de processos tem permitido projetar e analisar etapas de produção com precisão e agilidade. O conhecimento científico e tecnológico possibilita geração de modelos específicos acurados de etapas críticas de melhoria de processo e previsão de falhas.

Áreas do futuro: as formas atuais de aplicação de sensores e controladores à manufatura enfrenta um distanciamento da modelagem matemática pela deficiência de integração entre o virtual e o físico. O avanço na fabricação e aplicação de sensores (inclusive para condições especiais, novos contextos) e controladores nos equipamentos de manufatura, aliados à inteligência artificial, podem possibilitar melhorias na automação e autonomia dos equipamentos e das linhas de produção. Para tanto, será necessário também o desenvolvimento de materiais especiais para aplicação em sensores e atuadores. Áreas como Inteligência Artificial, Big Data e fluidodinâmica computacional são conhecimentos relevantes modelagem matemática em manufatura.

Oportunidades para o Estado de São Paulo: o Estado tem alta concentração de universidades, institutos de pesquisa, startups e indústrias de diversas áreas, capazes de desenvolver as aplicações dos modelos existentes e desenvolver novos modelos, além do projeto de sensores e controladores integrados ao processo industrial, inclusive com aprimoramento constante através de Machine Learning.

Panorama temporal

tecnologia/ nível	ideia	laboratório	piloto	indústria	massificação
Materiais em sensores e atuadores especiais					
CFD					
Machine Learning					



- **Internet Industrial das Coisas - IIoT**

Contexto: As tecnologias de Internet das Coisas voltadas à indústria são chaves para viabilização da manufatura avançada. São elas que possibilitam o monitoramento e atuação do chão de fábrica a partir de qualquer local do globo, além de serem as geradoras dos dados que habilitam as tecnologias de tomada de decisão, como Digital Twin, Big Data e Inteligência Artificial. A IIoT difere das tecnologias industriais atuais por descentralizar a inteligência dos dispositivos e reduzir os custos pela implantação na indústria de tecnologias de comunicação já disseminadas na sociedade.

Áreas do futuro: difusão da manutenção preditiva, manutenção assistida remotamente com uso de realidade aumentada, controle em tempo real com 5G, digital twin, cloud, edge e fog computing, inteligência artificial e Big Data, aplicados à indústria, entre outras.

Oportunidades para o Estado de São Paulo: criação e fomento de indústrias e start-ups paulistas para desenvolvimento das tecnologias habilitadoras de IIoT, tais como projeto e fabricação de sensores e atuadores e desenvolvimento de software para Manufatura Avançada.

Panorama temporal

tecnologia/ nível	ideia	laboratório	piloto	indústria	massificação
5G					
Digital twin					
Cloud computing					
IA					
Big data					