



A Indústria 4.0: Tecnologia da Manufatura Aditiva e Bioprinting

Nicanor GA* e Nakamoto FY*

**Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, São Paulo, Brasil.*

Abstract. Due to the growing necessity of process and products even more different and customized, with productions demands in less time, the 4.0 industry supply this demand, bringing an interconnectivity concept between the physical world and the cyber physical world. Among the different sectors in the various different sectors of the industry, the bioengineering may be considered the one that most needs the versatility of the 4.0 industry, as each new patient has physical and physiological characteristics. The technology of the 3D Prints in the fast prototyping creation from the image capture and programming conversion in software and graphic computing, and the manufacturing materialization, helps the bioengineering with the bioprinting technology, replacing the ink for cells in the organs, velvets and prostheses customization.

Palavras-chave. Industria 4.0, Manufatura Aditiva, Bioprinting, Bioengenharia, Bioimpressão, Impressão 3D.

Introdução. A forte caracterização de demandas por produtos e/ou serviços diversificados e customizados, buscam constantemente a redução de custos operacionais e o aprimoramento dos processos produtivos. A redução de custos nos processos de fabricação e a minimização de recursos ociosos no Sistema Produtivo (SP) são elementos essenciais para as empresas manterem a vantagem competitiva e sua atuação no mercado (11). O desafio a ser enfrentado pelos atuais Sistemas Produtivos (SPs) é a manufatura viável economicamente de produtos cada vez mais personalizados, mantendo os padrões rigorosos de qualidade, confiabilidade e parâmetros de processos. Junto à indústria 4.0 vieram técnicas e conceitos inovadores, entre eles o uso de impressora 3D que alcançou várias áreas e setores da indústria como a aeroespacial, alimentícia, automotiva e médica, sendo esta uma das que está sendo muito expandidas e estudadas com o uso de implantes, fabricações de tecidos vivos órgãos e até mesmo uso farmacêutico (7).

Indústria 4.0. Mencionado pela primeira vez em 2011 como uma iniciativa estratégica fundamental do plano de ação do governo federal alemão High-Tech estratégia 2020, (4). A indústria 4.0 vem sendo amplamente pesquisada e estudada no mundo acadêmico, com uma imensa quantidade de informação, novas estratégias de mercado e sistemas produtivos flexíveis,

o conceito de fábrica inteligente se mostra ideal em um ambiente extremamente globalizado. A redução dos custos, economia de energia, conservação ambiental, o fim do desperdício, aumento da qualidade e personalização ou customização em escala industrial são alguns benefícios da manufatura avançada. A indústria 4.0 pode ser definida como uma série de conceitos e tecnologias para manufatura informatizada de um modo geral, dentre estes conceitos estão os Cyber Physical Systems (CPS), a Internet of Things (IoT) e a computação em nuvem (CLOUD). Segundo (3) existem seis conceitos para identificar e implementar a indústria 4.0. a) Interoperabilidade (conectividade entre CPS, IoT e CLOUD no intuito de trocar informações em tempo real); b) Virtualização (modelo de simulação da planta produção); c) Descentralização (Decisões sendo tomadas de maneira autônoma pelo CPS); d) Capacidade em tempo real (Coleta e analisa dados em tempo real para tomada de decisão, BIG DATA); e) Serviço orientado (Serviços oferecidos pelo CPS para uso compartilhado); f) Modularidade (Capacidade de reposição ou expansão através de módulos individuais). Um Cyber Physical Systems (CPS) é uma integração de computação com processos físicos. Incorporado computadores e redes para monitorar e controlar os processos físicos. (6). A internet das coisas integra o CPS em uma única rede que é a rede Internet, com isso, Radio Frequency Identification (RFID), sensores, atuadores, telefones celulares, que através de esquemas de endereçamento único, interagem e cooperam uns com os outros e com a sua vizinha, para alcançar objetivos comuns (3).

Impressora 3D. Com o início significativo nos anos 80, e diversas propostas de impressoras 3D baseadas na solidificação de líquidos fotocuráveis, técnica de Estereolitografia – SLA patenteada por Hull em 1984 implicou a fundação da 3D System, uma das líderes mundiais no seguimento (2). A união de técnicas de processar imagens e computação gráfica tem sido um tema crescente de pesquisa na área médica. A associação de técnicas computacionais de processamento de imagens e computação gráfica juntamente com a capacidade de materialização da manufatura aditiva nos permite explorar novas possibilidades em diversas áreas, inclusive na área da saúde. Nesse contexto, a associação da recente evolução tecnológica em manufatura aditivada com técnicas avançadas de imagens e computação gráfica se apresenta como um meio promissor para exploração de novas pratica clinicas, objetivando menor custo, menor tempo de confecção e menor necessidade de consulta. Dada singularidade geométrica de cada caso clinico, há a necessidade de se obter previamente a anatomia especifica de cada paciente para elaboração de uma prótese individualizada. A partir de um exame de imagem computadorizada (ou não) é possível recriar, e ou, copiar a parte danificada e se necessário realizar o espelhamento por algoritmo de processamento de imagem. (9). A impressão 3D ou manufatura aditiva é apenas uma pequena parte da revolução que já está batendo à nossa porta. A indústria 4.0 vai alterar, de modo muito significativo, todos os mercados nos próximos anos. Biotecnologia, nanotecnologia, robótica, inteligência artificial e sensores vão ditar as regras em um mundo hiperconectado.

Bioimpressão. A técnica de produzir e fabricar produtos diversificados e únicos de acordo com cada necessidade de cliente está mais do que nunca ligado à área médica, customizando e personalizando equipamentos, órgãos, tecidos e próteses. As impressoras de órgãos são impressoras tridimensionais que usam células no lugar de tinta e imprimem órgãos ao invés de objetos, às células usadas na impressão são criadas com uma técnica parecida com a clonagem terapêutica, ou seja, com uma amostra (biopsia) tirada do paciente e multiplicada com o auxílio

de células-tronco (1). Um braço importante dessa tecnologia é o chamado bioprinting, um dos campos da engenharia de tecido, que tem capacidade de projetar e fabricar dispositivos biomédicos complexos. Ou seja, é possível reconstruir órgãos através da microarquitetura 3D e andaimes para a diferenciação de células-tronco (7). Para (8), a bioimpressão de tecidos vivos e órgãos não é um processo simples, exige a utilização de série de dispositivos robóticos integrados automatizados ou uma linha de biofabricação.

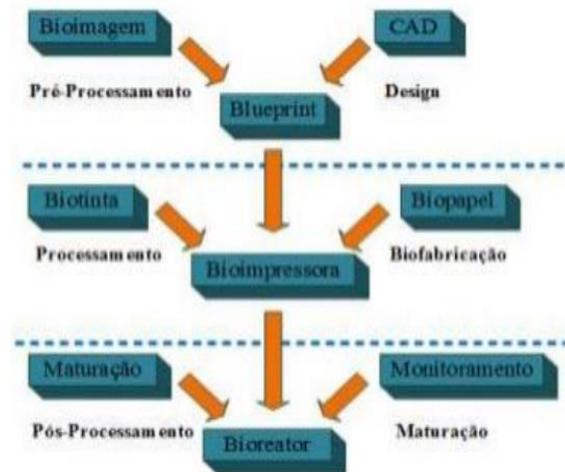


Figura 1. Fases de um Processo de Biofabricação.

Fonte: (MIRONOV et al, 2011) adaptado pelo autor.

O biomaterial ideal deve lembrar a forma e atividade da matriz extracelular (MEC) que suporta o crescimento das células in vivo, tais como polímeros à base de ácido lático, glicólico e o hidrogel, a importância de imitar o MEC não deve ser minimizada. Desse modo, um conhecimento aprofundado a respeito da relação entre o MEC e as células irá facilitar a fabricação de melhores estruturas (5). Ainda para (10), os biomateriais ideais são aqueles adequados ao contato com o tecido biológico e que podem ser originados de fontes sintéticas, naturais ou uma mistura entre eles. Podem ser poliméricos, metálicos, cerâmicos ou mistos, atuando no organismo como material bioinerte ou bioativo. E são estruturados como matéria-prima em forma de pó, gel, sólido, entre outras.

Considerações Finais. O novo conceito de fábrica 4.0 e manufatura aditiva vem para beneficiar a todas as áreas e setores sem exceção, com sua integração entre equipamentos e máquinas permitindo produtos e serviços customizados de acordo com cada necessidade e em menor tempo. A tecnologia da impressora 3D permitindo a técnica de bioprinting capaz de reproduzir alguns tecido e órgãos, porém ainda em ascensão, há necessidade de estudos mais aprofundados para impressão de órgãos mais complexos com vascularização e diferentes tipos de célula. Portanto os órgãos não funcionais feito com tecnologia bioprinting são explorados para fins educativos, preparando melhor tanto os novos



profissionais quanto até fazer uma reciclagem em profissionais já atuantes. Essa tecnologia mesmo não sendo viável para órgãos funcionais se torna viável para implantes em casos de reconstrução facial e auriculares, utilizando polímeros bioreabsorvíveis em estruturas simples. Estudos na área da medicina incorporando a bioprinting e manufatura aditiva serão cada dia mais utilizada e necessária para novos desenvolvimentos e soluções para novas possibilidades de criação.

Referências.

- (1) BICOV, PEREIRA, CARNEIRO. Impressão de Órgãos, Instituto Nacional de Telecomunicação – INATEL, s.d.
- (2) CUNICO MWM. Impressora 3D: O Novo Meio Produtivo, Concep3D Pesquisas Científicas, Curitiba, 2015.
- (3) HERMANN, PENTEK, OTTO. Design principles for industry 4.0 scenarios 2015, Business Engineering Institute St. Gallen, Lukasstr. 4, CH-9008 St. Gallen, 2015.
- (4) KAGERMANN H, WAHLSTER W, HELBIG J. Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0 - Final report of the Industrie 4.0 Working Group, 2013.
- (5) KATARI, PELOSO, ORLANDO. Tissue engineering. Advances in surgery, Amsterdam, v. 48, n. 1, p. 137-154, 2014.
- (6) LEE EA, and SESHIA SA. Introduction to Embedded Systems - A CyberPhysical Systems Approach, LeeSeshia.org, 2011.
- (7) MATOZINHOS, MADUREIRA, SILVA, MADEIRA, OLIVEIRA, CORRÊA. Impressão 3D: Inovação no campo da Medicina, Revista interdisciplinar de ciências médicas – MG, pp 143-162, 2017.
- (8) MIRONOV, KASYANOV, MARKWALD. Organ Printing: from bioprinter to organ biofabrication line. Current Opinion in Biotechnology, v. 22, n. 5, p. 667-673, out, 2011.
- (9) MORETTO EG. Elaboração de Próteses Auriculares Individualizadas por Meio de Manufatura Apoiada por Computador, Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2016.
- (10) SILVA JVL, DUAILIBI SD. A Biofabricação de Tecidos e Órgãos, ComCiência no. 102, Scielo, Campinas, 2008.
- (11) YAMAZAKI T. Development of Hybrid Multi-tasking Machine Tool: Integration of Additive Manufacturing Technology with CNC Machining, 18thCIRP Conference on Electro Physical and Chemical Machining (ISEM XVIII), pp. 81-86, 2016.