

# Metodologia de Automação de Equipamentos usados em Engenharia de Tecidos: Processo de Produção de Arcabouços via Airbrushing

Bruno J. Santos\*, Caio C. Jacob\*, Márcia Simbara\*\*, Paulo Rodrigues\*\*\*, Sônia Maria Malmonge\*\*\*  
Tarcisio F. Leão\*

\*IFSP, São Paulo, Brasil

\*\*IDPC, São Paulo, Brasil

\*\*\*UFABC, São Bernardo, Brasil

e-mail: bm-login@hotmail.com

**Introdução:** Este trabalho descreve a automação de um coletor rotativo (dinâmico) para ser utilizado em um sistema de fiação por sopro (Airbrushing). A medicina regenerativa é o termo adotado nas últimas décadas para designar técnicas que buscam criar condições ideais de reparo, regeneração e/ou substituição de tecidos lesados. Tais técnicas envolvem: a manipulação de células; manipulação de genes; manipulação de células isoladas de um organismo; e transferência para os organismos. As células isoladas são modificadas e podem ser introduzidas no organismo, utilizando arcabouços, que são normalmente fabricadas em polímeros biorreabsorvíveis, e que fornecem apoio físico e biológico para adesão, proliferação, migração e diferenciação celulares, em um ambiente semelhante ao seu natural, ou seja, realizando uma mimetização de uma Matriz Extracelular (MEC). Os polímeros biorreabsorvíveis se consolidaram na área médica e odontológica por meio de implantes temporários. Na fabricação de arcabouços os polímeros são estruturados em matrizes tridimensionais, desempenhando a função da MEC do tecido em questão, e assim, a geometria do arcabouço tem influência direta sobre os fatores que afetam o seu desempenho biológico, tais como: a resposta inflamatória, a taxa de degradação e as taxas de penetração e o crescimento celular. A técnica airbrushing consiste na injeção de uma solução polimérica em um bico pressurizado por um gás comprimido. O coletor tem importante papel na definição da geometria da macroestrutura, bem como, na orientação e arranjo da nanoestrutura do arcabouço. O sistema de airbrushing pode operar com um coletor estático ou dinâmico (rotativo). O uso do coletor rotativo apresenta importantes vantagens, entre as quais se destaca a possibilidade de controle do grau de alinhamento das fibras, sendo que a obtenção de um alto grau de alinhamento com reprodutibilidade é um grande desafio para a técnica manual de airbrushing.

**Métodos:** A metodologia é dividida em etapas de projeto, simulações e prototipagem. Programas de auxílio à engenharia (CAE, da sigla em inglês) fazem parte do projeto dos elementos mecânicos. O programa Matlab®/Simulink® é utilizado nas simulações da dinâmica e controle de velocidade do sistema. A plataforma Arduino® é utilizada para o controle embarcado do sistema. O desempenho do sistema de controle, bem como, a sua validação são realizados em ensaios de bancada. A construção do protótipo utilizada elementos mecânicos e peças fabricadas por impressão 3D. Os ensaios foram realizados nos laboratórios do IFSP e UFABC.

**Resultados:** Os resultados das simulações da dinâmica e do controle da velocidade do coletor rotativo foram compatíveis com os observados no protótipo. O controle da velocidade apresentou erro em regime estacionário menor que 2%. O controle de velocidade e a medição de espessura foram satisfatório.

**Conclusão:** Futuros trabalhos correlacionarão a variação da velocidade no controle com a variação da orientação e geometria na nanoestrutura, assim como o controle supervisor da fibra expelida pelo sistema de airbrushing.

**Referências:** [1] Barbanti SH, et al. Polímeros Biorreabsorvíveis na Engenharia de Tecidos. *Polímeros: Ciência e Tecnologia* 2005;15: 13-21.

[2] Beachley V, et al. Polymer nanofibrous structures: Fabrication, biofuncionalization, and cell interactions. *Progress in Polymer Science* 2010; 35: 868-892.

[3] Borojevic R. Terapias Celulares e Bioengenharia. *Gazeta Médica da Bahia* 2008; 78: 42-46.

[4] Gartner LP, et al. *Tratado de Histologia*. Elsevier 2007.

[5] Ma PX. Scaffolds for tissue fabrication. *Materials Today* 2004; 7:30-40.

[6] Medeiros ES, et al. Solution blow spinning: A new method to produce micro and nanofibers from polymer solutions. *Journal of Applied Polymer Science* 2009; 113: 2322-2330.

[7] Tutak E, et al. The support of bone marrow stromal cell differentiation by airbrushed nanofiber scaffolds. *Biomaterials* 2013; 34: 2389-2398.