

MODELAGEM BIOMECÂNICA: ESTUDO GUIADO POR PATENTES

Paulo Franklin Tavares Santos, Graduação de Engenharia Mecânica na Universidade Federal de Sergipe (UFS),
p.franklintavares@gmail.com

Me. José Aprígio Carneiro Neto, Coordenação de Informática (COINF) no Instituto Federal de Sergipe (IFS),
aprigio.carneiro.ac@gmail.com

Dr. Wilson Luciano de Souza, Departamento de Mecânica na Universidade Federal de Sergipe (UFS),
wilsonluciano@yahoo.com.br

Luiz Felipe Costa Silva Carneiro, Graduação de Engenharia Elétrica na Universidade Federal de Sergipe (UFS),
luiz_felipe_carneiro@hotmail.com

Resumo. *Esse trabalho teve por objetivo investigar a quantidade de patentes relacionadas à área de modelagem biomecânica depositada na base de dados de patentes da Organização Mundial da Propriedade Intelectual (WIPO). A metodologia utilizada nesse trabalho contou com realização de buscas efetuadas na referida base de dados, por intermédio do uso de palavras-chave envolvendo o tema modelagem biomecânica. Os resultados das buscas foram analisados, interpretados e comparados, gerando gráficos estatísticos que mostram: o processo de inovação tecnológica relacionado à área de modelagem biomecânica, a evolução anual dessa tecnologia, os países que mais investem na proteção intelectual da mesma, os principais inventores, dentre outras informações. Com base na análise dos resultados, observa-se que o Brasil possui um número baixo de patentes nessa área, apenas 38, ficando atrás de países que possuem um PIB inferior ao seu, o que mostra um baixo grau de investimentos relacionados a essa tecnologia no país.*

Palavras chave: Modelagem. Biomecânica. Patentes. WIPO.

1. INTRODUÇÃO

O uso de próteses ou de implantes inseridos em várias estruturas ósseas do corpo humano, tais como: mandíbulas, juntas, fêmur, dentre outros, cresce cada vez mais entre os diversos tipos de estudos na área de modelagem biomecânica. A evolução dos *softwares* e dos modelos computacionais tem proporcionado um desenvolvimento eficiente na compreensão de análises de estruturas biomecânicas mais complexas e fortemente procuradas pela área médica. De acordo com Silva (2015), a biomecânica é uma área promissora, “*derivada das ciências naturais que utilizam análises físicas dos diferentes sistemas biológicos, incluindo o movimento do corpo humano*”.

No desenvolvimento de produtos biomecânicos é importante mencionar a relevância do estudo de modelagem e de simulação diante das estruturas que são realizadas no desenvolvimento de um determinado projeto. Conforme Hayasaki e Sousa (2006) “*as técnicas de reconstrução de imagens tridimensionais e geometria computacional podem ser consideradas as mais atuais destes procedimentos*”. Essas técnicas são avaliadas de acordo com uma análise de modelo computacional de Elementos Finitos, no qual são utilizados modelos numéricos para estudo do comportamento da peça estruturada.

A modelagem biomecânica trata-se é uma técnica, baseada em hipóteses da mecânica do contínuo e de fenômenos biológicos, que serve para prever computacionalmente resultados de comportamentos utilizados nos mais diversos tipos de exercícios que envolvem o uso de estímulos mecânicos.

O desempenho do movimento humano, diante da modelagem e da simulação, pode ser aprimorado de diversas maneiras. Segundo Knudson (2007), a técnica de modelagem ou de simulação, “*é mais útil para melhorar o desempenho em esportes ou atividades em que a técnica é o fator dominante em vez de estrutura física ou capacidade fisiológica*”.

Diante desse contexto, a biomecânica tem se tornado essencial para a análise qualitativa da situação de um atleta ou de uma atividade executada por uma pessoa que não seja atleta. O uso das técnicas de modelagem e de simulação tem uma importância crucial para estudos iniciais da biomecânica, pois é a partir de um modelo de um projeto executado, e de ajustes relacionados à parte de fisiologia habilidades e de treinamento, que será possível melhorar o desempenho e a segurança de um atleta ou de uma determinada pessoa.

Nesse cenário de inovação tecnológica relacionada a invenções na área de modelagem biomecânica, a proteção da propriedade intelectual por meio de patentes, torna-se, segundo Jungmann (2010), “*um importante instrumento para promover a inovação na indústria e a gestão da propriedade intelectual [...]*” em um país. Infelizmente, no Brasil, os recursos capitados para investimentos na área de inovação não são utilizados de forma eficiente para fomentar as tendências e as necessidades do mundo moderno, principalmente no que diz respeito à área de estudo.

Vale destacar, que as patentes produzidas por um país servem de indicativo para demonstrar o seu grau de evolução tecnológica, bem como ampliar a competitividade dos seus produtos no mercado nacional e internacional, servindo como uma mola propulsora da economia, permitindo que o país alcance mais autonomia tecnológica.

Diante desse cenário, o presente artigo tem por objetivo realizar um mapeamento tecnológico dos pedidos de patentes relacionados à área de modelagem biomecânica, depositados na base de dados mundial de patentes da Organização Mundial da Propriedade Intelectual (WIPO), mostrando o cenário atual de evolução dessa tecnologia em diversos países do mundo, inclusive o Brasil.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia utilizada nesse artigo contou inicialmente com uma pesquisa bibliográfica realizada em artigos

científicos, teses, dissertações, seminários, revistas, dentre outras fontes de conhecimento, sobre o tema modelagem biomecânica.

Após a pesquisa bibliográfica, foi realizado um mapeamento tecnológico dos pedidos de patentes relacionado à tecnologia de modelagem biomecânica. A base de dados escolhida para essa pesquisa foi a base de dados mundial de patentes da WIPO. A WIPO conta atualmente com aproximadamente 58 milhões de documentos de patentes depositados, sendo 03 milhões desses documentos depositados via tratado de cooperação internacional de patentes (PCT - *Patent Cooperation Treaty*), no qual fazem parte mais de 151 países signatários, inclusive o Brasil, com mais de 600 mil depósitos efetuados e outros 03 milhões de documentos depositados via escritório europeu de patentes (EPO), que abrange todos os países da Europa.

A coleta dos dados foi realizada no mês de outubro de 2017 e utilizou como estratégia de busca a inserção de palavras-chave nos campos de pesquisa da referida base de dados.

As palavras-chave utilizadas nas buscas foram: *Biomechanical*, *Biomechanical Modeling*, *Biomechanics Modeling*, *Biomechanics*.

Por último, os dados coletados foram tratados, tabulados e analisados de acordo os seguintes critérios: evolução anual das patentes depositadas, patentes depositadas por países de origem, número de patentes depositadas por código internacional de classificação de patentes (CIP/IPC), perfil dos inventores e dos procuradores responsáveis pelos depósitos na base de dados da WIPO.

3. RESULTADOS

De acordo com os resultados obtidos nas buscas realizadas na base de dados da WIPO, relacionados à tecnologia de modelagem biomecânica, observa-se o seguinte cenário, como mostra a Tabela 1.

Tabela 1. Total de pedidos de patentes depositados na base de dados da WIPO, WIPO (2017).

Palavras-chave	WIPO (Quantidade)
<i>Biomechanical</i> (em inglês)	26.223
<i>Biomechanical Modeling</i> (em inglês)	3.425
<i>Biomechanics Modeling</i> (em inglês)	1.674
<i>Biomechanics</i> (em inglês)	11.106
Total	42.428

Após uma análise prévia dos dados obtidos nas buscas, foram considerados para uma análise mais detalhada os resultados referentes às palavras-chave pesquisadas “*Biomechanical*” e “*Biomechanics*”, por serem palavras-chave mais próximas à linha de pesquisa objeto desse trabalho, e também por restringirem mais o foco do tema, evitando a dispersão do conteúdo que se deseja encontrar.

3.1. Evolução anual de patentes depositadas

A Figura 1 mostra a evolução anual dos depósitos de pedidos de patentes relacionados à área de modelagem biomecânica na base de dados da WIPO, no período de 2007 a 2017. O início dos registros de patentes dessa tecnologia surgiu com o depósito de um modelo de utilidade (MU) (US20070005074), intitulado de “*Método de cirurgia de substituição minimamente invasiva do ombro*”. O pedido de patente tratava-se de um método de cirurgia de substituição de ombro. O método consiste em um implante que é colocado sobre uma superfície de uma articulação *gleno-hepática*, enquanto mantém a articulação localizada. Essa patente foi publicada em 04 de janeiro de 2007 e teve como país de origem os Estados Unidos, seu inventor foi Steven C. Chudik e o seu procurador, Gregory B. Beggs.

O período compreendido entre os anos de 2010 a 2011 e de 2013 a 2014, foram os que apresentaram os maiores volumes de pedidos de patentes relacionados à tecnologia de modelagem biomecânica. O ano de 2014 foi o que mais se destacou na quantidade de pedidos de patentes relacionados a essa tecnologia, atingindo um volume de 3.119 pedidos de patentes. Em 2016, observa-se uma leve queda em relação à quantidade de depósitos efetuados em 2015. Infelizmente, devido ao tempo de sigilo de 18 meses, no qual os depósitos de patentes são submetidos por Lei, não foi possível avaliar com precisão os dados referentes à quantidade de pedidos de patentes referente ao ano de 2017, não podendo dessa forma inferir que houve uma queda com relação a quantidade de pedidos de patentes dessa tecnologia no ano de 2017, como pode ser visualizado na Figura 1.

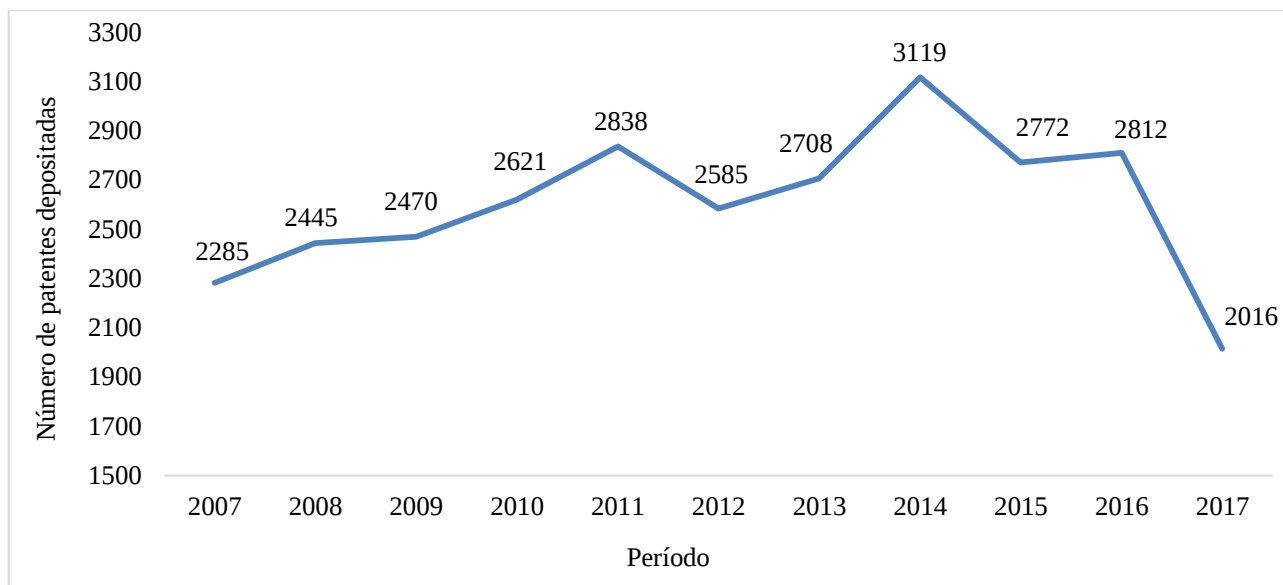


Figura 1. Evolução anual dos pedidos de patentes relacionados à área de modelagem biomecânica, depositados na base de dados da WIPO, WIPO (2017).

3.2. Patentes depositadas por países de origem

O *ranking* referente à quantidade de pedidos de patentes relacionados à tecnologia de modelagem biomecânica depositadas na base de dados da WIPO é liderado pelos Estados Unidos, com 20.340 depósitos, sendo seguido pelo PCT, com 9.199, e pelo Escritório Europeu de Patentes (EPO), com 3.211 depósitos efetuados. Nas demais posições do *ranking* têm os seguintes países: Austrália, com 2.804 depósitos; Canadá, com 2.281; Coreia do Sul, com 1.162; Japão, com 678; China, com 655; Rússia, com 319; Reino Unido, com 268; e Alemanha, com 225 depósitos, como se verifica na Figura 2.

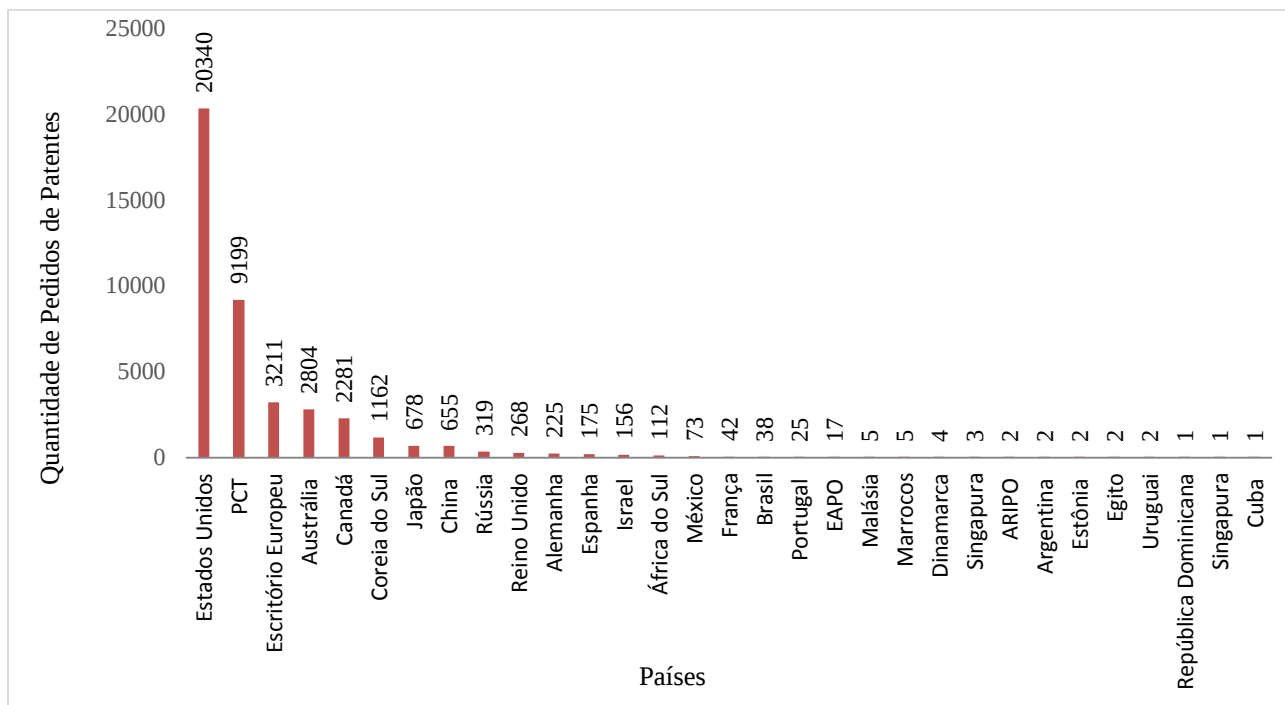


Figura 2. Número de patentes depositadas por países/escritórios/organizações na base de dados da WIPO, no período de 2007 a 2017, WIPO (2017).

O quantitativo de depósitos de patentes efetuados pelo Brasil no período analisado foi baixo, apenas 38 pedidos depositados. Segundo o *Economics* (2017), o Brasil ocupa a 11ª posição no *ranking* do PIB, com uma receita de 1.796,19 bilhões de dólares por ano. Esse cenário é justificado pela carência de incentivos no processo de inovação tecnológica no país. Além disso, existem poucas parcerias entre empresas, universidades e governo, que ajudem a fomentar a pesquisa e a inovação no país.

3.3. Patentes depositadas por Código de Classificação Internacional (CPI/IPC)

Os pedidos de patentes depositados na base de dados da WIPO são classificados de acordo com a sua área tecnológica, por intermédio do Sistema de Classificação Internacional de Patentes (CIP/IPC). De acordo com a WIPO (2017), o IPC foi criado “*pelo Acordo de Estrasburgo de 1971, prevê um sistema hierárquico de símbolos independentes da linguagem para a classificação de patentes e modelos de utilidade*”. Esse sistema utiliza 08 classes para definir a classificação internacional de patentes. As classes são representadas pelas letras do alfabeto de A até H. Além disso, cada classe é subdividida em subclasses e grupos, como mostra a Tabela 2.

Tabela 2. Classificação Internacional de Patentes (IPC), WIPO (2017).

Seção	Classificação
A	Necessidades Humanas
B	Operações de processamento; Transporte
C	Química; Metalurgia
D	Têxteis; Papel
E	Construções Fixas
F	Engenharia Mecânica; Iluminação; Aquecimento; Armas; Explosão
G	Física
H	Eletricidades

Com base nos dados coletados nessa pesquisa, observa-se que os códigos internacionais de classificação de patentes que mais se identificaram com a tecnologia de modelagem biomecânica foram: A61F, A61B, A61K e A61L. Esses códigos são descritos da seguinte forma pela WIPO:

- A61F (A – Necessidades Humanas, 61 – Ciência Médica ou Veterinária; Higiene, F – Filtros implantáveis em recipientes de sangue; Próteses; Dispositivos que fornecem patentes para, ou prevenir o encapsulamento de estruturas tubulares do corpo, e.g. estaços; Ortopédico, enfermagem ou dispositivos contraceptivos; Fomentação; tratamento ou proteção de olhos ou orelhas; Bandagens, curativos ou gases; Kit de primeiros socorros);
- A61B (A – Necessidades Humanas, 61 – Ciência Médica ou Veterinária; Higiene, B – Diagnóstico; Cirurgia; Identificação);
- A61K (A – Necessidades Humanas, 61 – Ciência Médica ou Veterinária; Higiene, K – Preparações para finais médicos, dentários ou de toalhetes);
- A61L (A – Necessidades Humanas, 61 – Ciência Médica ou Veterinária; Higiene, L – Métodos ou aparelhos para materiais esterilizantes ou objetos em geral; Desinfecção, esterilização ou desodorização do ar; Aspectos químicos de bandagens, curativos, gases ou artigos cirúrgicos; Materiais para bandais, curativos, gases ou artigos cirúrgicos);

O código de classificação que obteve o maior número de depósitos foi o A61F, com 12.318 pedidos de patentes, sendo seguido pelos seguintes códigos: A61B, com 12.209 depósitos; A61K, com 7.244 depósitos; e pelo código A61L, com 4.782 pedidos de patentes efetuados na base de dados da WIPO. Os demais códigos de classificação internacional de patentes encontrados nessa pesquisa não apresentaram uma quantidade relevante de pedidos de patentes que justificassem serem incluídos como códigos identificadores da tecnologia em estudo, como mostra a Figura 3.

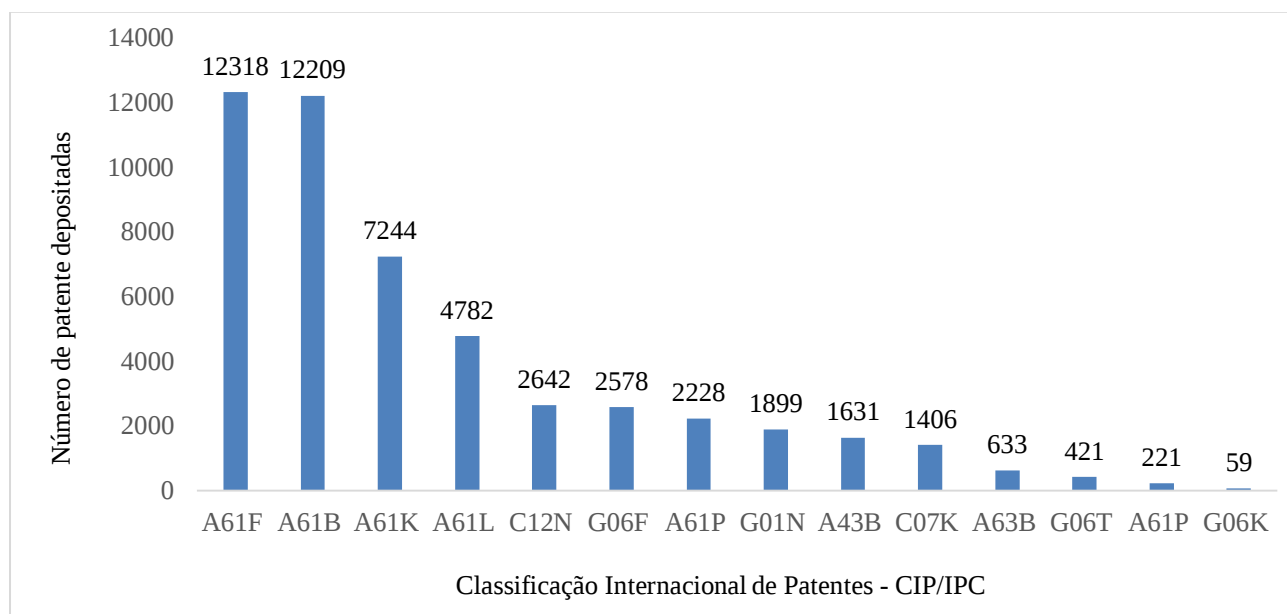


Figura 3. Número de depósitos de patentes pela Classificação Internacional de Patentes – IPC/CIP, WIPO (2017).

3.4. Principais inventores da tecnologia

Os principais inventores identificados nas buscas realizadas na base de dados da WIPO, relacionados à tecnologia de modelagem biomecânica, foram: Lang Philip dos Estados Unidos, com 459 pedidos de patentes depositados; Steines Daniel da Alemanha, com 345 pedidos depositados; Hyde Roderick A dos Estados Unidos, com 254 pedidos de patentes; Sweeney Elizabeth A. dos Estados Unidos, com 153 pedidos de patentes; e, por fim, Leuthardt Eric C dos Estados Unidos, com 143 pedidos de patentes depositados na base de dados da WIPO, como mostra a Figura 4.

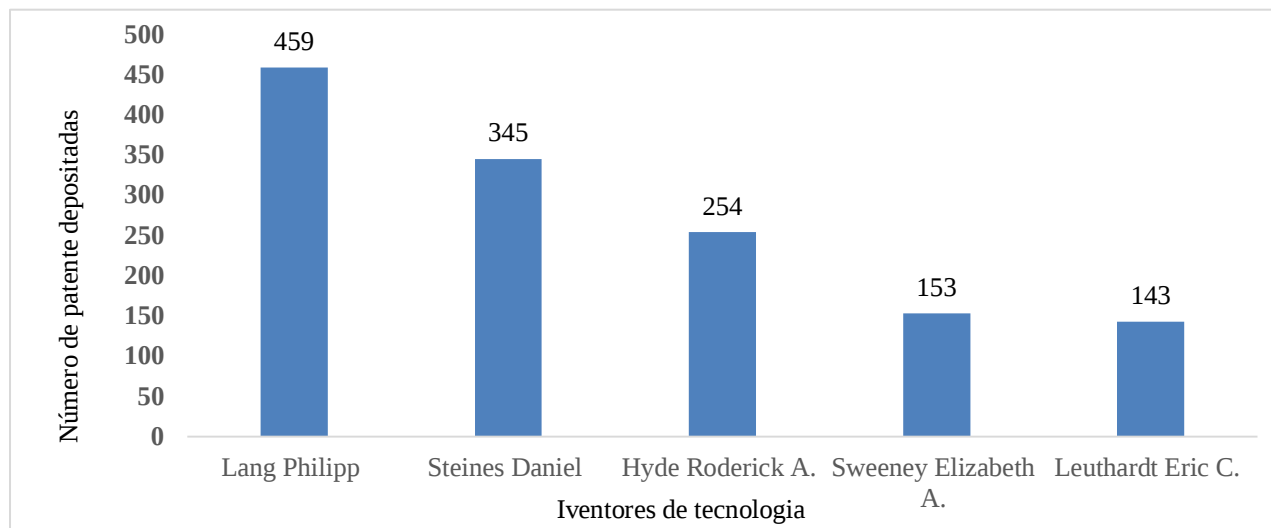


Figura 4. Principais inventores relacionados à tecnologia de modelagem biomecânica, WIPO (2017).

Como se observa na Figura 4, os principais inventores dos pedidos de patentes relacionados à tecnologia de modelagem biomecânica são na sua grande maioria, inventores norte-americanos.

3.5. Principais procuradores responsáveis pelos depósitos de pedidos de patentes da tecnologia

Para Paranaguá (2009), os procuradores “*deverão ser instituídos através de procuração redigida em língua portuguesa, dispensados a legalização consular e o reconhecimento de firma*”. Os procuradores podem ocupar a posição de cidadãos comuns da sociedade, empresas, sociedades, corporações ou até mesmo advocacias. Com base nas informações coletadas nessa pesquisa, os procuradores que mais se destacaram com relação aos pedidos de patentes depositados na base de dados da WIPO relacionados à tecnologia de modelagem biomecânica, foram: as incorporações americanas Warsaw Orthopedic, com 616 pedidos depositados e a ConforMIS, com 516 pedidos depositados; a universidade americana da Califórnia, com 409 pedidos depositados; e o instituto de tecnologia americano de Massachusetts, com 190 pedidos de patentes depositados, como mostra a Figura 5.

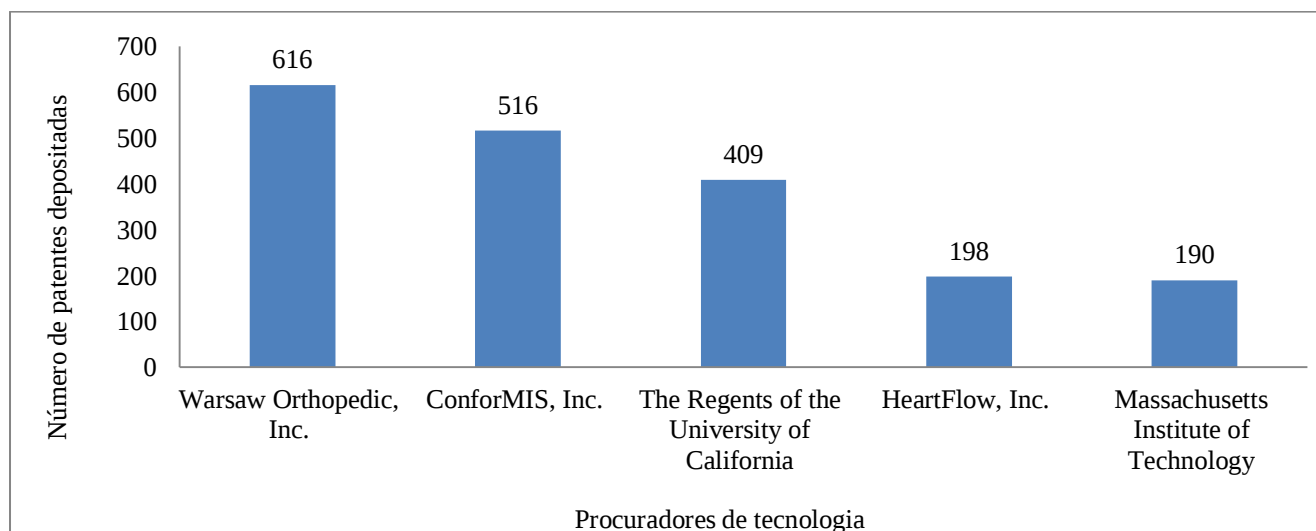


Figura 5. Principais procuradores responsáveis pelos depósitos de pedidos de patentes da tecnologia de modelagem biomecânica depositada na base de dados da WIPO, WIPO (2017).

4. CONCLUSÕES

O desenvolvimento tecnológico na área de modelagem biomecânica proporciona segurança e agilidade na execução de projetos mais detalhados e estruturados relacionados ao desenvolvimento de exercícios que envolvem o uso de estímulos mecânicos, graças ao auxílio de programas computacionais que utilizam métodos de elementos finitos, simulação mecânica, dentre outras técnicas de modelagem e simulação.

Com base no estudo realizado na base de dados de patentes mundial da WIPO, observa-se que as pesquisas relacionadas à modelagem biomecânica tiveram o seu pico de depósitos no ano de 2014. O país que mais investe no desenvolvimento dessa tecnologia são os Estados Unidos, sendo seguido pelo tratado de cooperação internacional de patentes (PCT), que envolve atualmente mais de 151 países signatários.

A pesquisa mostra ainda que no Brasil, os investimentos nessa área tecnológica são baixos, o país possui apenas 38 pedidos de patentes relacionados a essa tecnologia depositados na base de dados da WIPO. Além disso, o código de classificação internacional de patentes (CPI/IPC) que identifica esse tipo de tecnologia nas bases de dados de patentes é o A61F, sendo um indicador básico para uso em buscas de anterioridade relacionadas a essa tecnologia.

O estudo na base de dados da WIPO permitiu avaliar um conjunto de dados de patentes relacionados à tecnologia de modelagem biomecânica, onde se observa um quantitativo expressivo de depósitos de patentes relacionados a essa tecnologia em diversos países do mundo, mostrando a importância dessa tecnologia para a ciência e para a humanidade. De acordo com o levantamento realizado na base de dados, observa-se que o Brasil possui pouca expressão nessa área tecnológica, sendo necessários mais investimentos em pesquisa e no desenvolvimento desse tipo de tecnologia no país. Uma possível solução para o problema da baixa produtividade brasileira nessa área é a aplicação direcionada de investimentos em pesquisa e desenvolvimento que possa incentivar pesquisadores a criar novos projetos na área de modelagem biomecânica. Além disso, é necessária uma maior participação das empresas e do governo, no sentido de fomentar o desenvolvimento tecnológico no país.

Como sugestão para trabalhos futuros, seria interessante a realização de um estudo comparativo dessa tecnologia em outras bases de patentes, tais como: o Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), Escritório de Patentes e Marcas dos Estados Unidos (USPTO) e o Escritório de Patentes Europeias (EPO), a fim de identificar novos estudos e desenvolvimento de patentes nessa área.

5. REFERÊNCIAS

- ECONOMICS, Trading. **PIB - Lista de países**. Disponível em: <<https://pt.tradingeconomics.com/country-list/gdp>>. Acesso em: 22 out. 2017.
- HAYASAKI, C.L.; SOUSA, E.A.C. **Modelagem de estruturas ósseas e próteses através do método dos elementos finitos**. Disponível em: <http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais_13/artigos/587.pdf>. Acesso em: 20 out. 2017.
- JUNGSMANN, D. M. **Inovação e propriedade intelectual**: guia para o docente / Diana de Mello Jungsmann, Esther Aquemi Bonetti. Brasília: SENAI, 2010.
- KNUDSON, D. Fundamentals of biomechanics. **Springer Science & Business Media**, 2007.
- PARANAGUÁ, P. **Patentes e criações industriais** / Pedro Paranaçuá, Renata Reis. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2009. 150 p.
- SILVA, V. R. **Cinesiologia e biomecânica**. Rio de Janeiro: SESES, 2015. 88 p..
- WIPO. **World Intellectual Property Organization**. 2017.
- Disponível em: <<http://ipc.inpi.gov.br/ipcpub/?notion=scheme&version=20170101&symbol=none&menulang=pt&lang=pt&viewmode=f&fipcp=no&showdeleted=yes&indexes=no&headings=yes&es=yes&direction=o2n&initial=A&cwid=none&tree=no&searchmode=smart>>. Acesso em: 20 out. 2017.

6. AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por ter me dado forças para continuar na minha jornada acadêmica. Ao professor José Aprício Carneiro Neto, pelo empenho e ajuda na orientação dos meus trabalhos. Ao Instituto Federal de Sergipe, Campus Itabaiana, pelos ensinamentos adquiridos durante a minha passagem por essa instituição de ensino, e a Universidade Federal de Sergipe, em especial ao Departamento de Engenharia Mecânica, pelo auxílio prestado aos alunos no desenvolvimento dos seus projetos.

7. RESPONSABILIDADE PELAS INFORMAÇÕES

O(s) autor(es) é (são) os únicos responsáveis pelas informações incluídas neste trabalho.