

Engenharia Biomédica no Brasil: Um Perfil dos Cursos de Graduação

L. M. P. Tiago¹, D. R. da Silva¹, A. K. de S. Machado¹, M. G. Pereira¹, N. I. D. Santana¹, J. V. O. Mendes¹, K. M. da Silva¹, B. A. M. Goes¹, C. B. P. da Silva¹, E. Tioma¹, G. S. de Melo¹, M. L. C. B. Carneiro¹, M. M. Bregantin¹, R. M. da Costa¹, A. N. Silva² e F. P. Santos¹

¹PET Engenharia Biomédica, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, Brasil

²Laboratório de Engenharia Biomédica, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, Brasil

Resumo — A Engenharia Biomédica (EB) é uma área que engloba conhecimentos da engenharia e das ciências em saúde, com o propósito de aplicar mecanismos tecnológicos no aprimoramento da saúde humana. Considerando a existência de vários cursos de graduação de EB no Brasil, faz-se interessante compreender quais são os aspectos comuns e também as particularidades dos cursos ofertados. Neste sentido, este trabalho tem como objetivo realizar uma análise comparativa das matrizes curriculares do curso de Engenharia Biomédica das Instituições de Ensino Superior (IES) do Brasil a fim de determinar as áreas em foco de cada instituição. Desta forma, realizou-se uma pesquisa exploratória no portal e-MEC e foram selecionadas dezoito IES para posterior coleta de informações sobre o curso. Em seguida, estes dados foram organizados e aplicados métodos estatísticos para extração de informações sobre o perfil e a forma de distribuição dos conteúdos específicos da EB nestas faculdades. Este estudo pode ser utilizado por estudantes que visam ingressar em cursos de EB, auxiliando na compreensão das estruturas curriculares gerais de diferentes instituições.

Palavras-chave — engenharia biomédica, matriz curricular, instituição de ensino superior

I. INTRODUÇÃO

A Engenharia Biomédica (EB) é uma área que busca melhorar a saúde humana por meio da integração de atividades interdisciplinares que envolvem as ciências da engenharia, as ciências biomédicas e a prática clínica [1]. O Engenheiro Biomédico desenvolve novos dispositivos, algoritmos, processos e sistemas com o intuito de melhorar a prática médica e a prestação de cuidados de saúde. Além disso, possui a capacidade de compreender sistemas vivos e aplicar técnicas experimentais e analíticas baseadas nas ciências da engenharia [2].

O surgimento da formação em Engenharia Biomédica no Brasil ocorreu no início dos anos 70, com um curso de mestrado no PEB (Programa de Engenharia Biomédica) da COPPE/UFRJ [3]. Em 2001 a Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP) estabeleceu o primeiro curso de graduação nessa área, formando sua primeira turma em 2005. Sendo seguida pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) e pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU) [4]. Dessa

maneira, no decorrer dos anos foram surgindo mais cursos de graduação em EB, resultando, em 2020, no total de 18 cursos.

Por se tratar de uma área bastante interdisciplinar e com vários ramos de atuação, a matriz curricular desse curso varia muito de acordo com a instituição. Sendo assim, o estado da educação em EB foi revisado por alguns autores no decorrer dos anos. Isso incluiu discussões sobre engenharia em saúde [5], [6], o desenvolvimento da EB [7] e abordagens educacionais [8], [9]. Além disso, alguns autores questionaram a falta de um núcleo próprio nesse campo, devido a sua interdisciplinaridade [2] enquanto outros disseram que a ênfase no ensino de engenharia biomédica deveria ser centrada na aplicação e não na pesquisa [10].

Considerando a quantidade de cursos de EB existentes atualmente no Brasil, torna-se interessante fazer uma análise comparativa das suas matrizes curriculares. Esse tipo de estudo é importante para além de estimular o intercâmbio de ideias entre as instituições e seus estudantes, servir de facilitador para a visualização da distribuição dos conteúdos específicos de EB para alunos que buscam ingressar em uma graduação alinhada ao seu perfil. Desse modo, sendo esse curso relativamente novo, é possível trazer algum tipo de confiança ao indivíduo que visa se profissionalizar na área.

Neste artigo, foram comparados os núcleos de conteúdos específicos das grades curriculares dos cursos de graduação em Engenharia Biomédica no Brasil, analisando, por meio das informações dispostas nos sites das universidades, quais áreas são o foco de cada instituição de acordo com as disciplinas correspondentes a esses âmbitos. Com base nesses dados, esse estudo objetiva facilitar a visualização da distribuição dos conteúdos específicos em Engenharia Biomédica no Brasil.

II. METODOLOGIA

Com o objetivo de comparar e analisar as diferentes graduações de Engenharia Biomédica presente nas Instituições de Ensino Superior (IES), foram feitas consultas no portal e-MEC¹. A partir disso, foi realizado um levantamento acerca dos cursos cadastrados no Ministério da Educação. As IES analisadas estão listadas na Tabela 1.

Tabela 1 IES que ofertam curso de graduação em EB e sua data de início

Instituição de Ensino	Sigla	Ano de início
Centro Universitário das Américas	CAM	2016
Faculdade do Centro Leste	UCL	2013
Faculdades Integradas do Norte de Minas	FUNORTE	2008
Fundação Mineira de Educação e Cultura	FUMEC	2011
Instituto Nacional de Telecomunicações	INATEL	2010
Pontifícia Universidade Católica de São Paulo	PUC-SP	2009
Pontifícia Universidade Católica do Paraná	PUCPR	2018
Universidade de São Judas Tadeus	USJT	2020
Universidade do Vale do Paraíba	UNIVAP	2000
Universidade do Vale do Rio Sinos	UNISINOS	2016
Universidade Federal de Pernambuco	UFPE	2001
Universidade Federal de São Paulo	UNIFESP	2011
Universidade Federal de Uberlândia	UFU	2006
Universidade Federal do Rio Grande do Norte	UFRN	2011
Universidade Federal do ABC	UFABC	2006
Universidade Federal do Pará	UFPA	2013
Universidade FEEVALE	FEEVALE	2019
Universidade Franciscana	UFN	2011

Em seguida, passou-se para a segunda fase da pesquisa, que se baseou no recolhimento de informações das matrizes curriculares do curso de EB de cada instituição. Para isso, realizou-se uma verificação minuciosa nos sites destas IES [12-29], onde foi possível obter dados como disciplinas (obrigatórias e optativas), a carga horária de cada uma, a carga horária obrigatória de estágio, etc.

Um banco de dados foi criado contendo as seguintes variáveis: nome da IES, Estado, Região, data de início do funcionamento do curso, carga horária total mínima, carga horária de estágio, número de vagas por ano, prazo mínimo para integralização do curso e categoria administrativa (instituição pública ou particular).

Quanto ao método, é necessário fazer algumas considerações: 1) os dados foram coletados em junho de 2020; 2) foram incluídos os cursos que possuem método de ensino especial (na forma de Bacharel em Ciência e Tecnologia e na forma de Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL)); 3) das instituições FUNORTE e UCL foram consideradas apenas a data de criação do curso, o estado e a região, por não divulgarem dados das disciplinas ofertadas e da carga horária de cada uma, respectivamente; 4) foram analisadas apenas as disciplinas do núcleo de conteúdos específicos (as disciplinas pertencentes ao núcleo básico e profissionalizante foram desconsideradas); 5) as disciplinas de caráter obrigatório foram analisadas separadamente das disciplinas optativas/eletivas;

6) o número de vagas da instituição CAM foi contabilizada duas vezes pois o curso de EB é oferecido em dois campi.

Cada disciplina do núcleo de conteúdos específicos ofertada pelas instituições foi agrupada em grandes áreas da Engenharia Biomédica, sendo estas: Instrumentação Biomédica (IB), Imagens Médicas (IM), Biomateriais e Próteses (BP), Sinais Biomédicos (SB) e Engenharia Clínica (EC). Na área de IB, foram agrupadas as disciplinas que englobam dispositivos e equipamentos eletro médicos, hospitalares e de diagnósticos. Na área de IM, foram agrupadas as disciplinas que englobam radiologia, aquisição e processamento de imagens médicas, medicina nuclear e afins. Na área de BP, foram agrupadas as disciplinas que englobam reabilitação, tecnologias assistivas, engenharia de tecidos e afins. Na área de SB, foram agrupadas as disciplinas que englobam processamento de sinais biomédicos, modelagem e simulação de sistemas biomédicos e afins. Na área de EC, foram agrupadas as disciplinas que englobam biossegurança, bioengenharia, gestão hospitalar e afins. As disciplinas que não se encaixavam em nenhuma dessas categorias, ou por serem muito específicas ou por serem de caráter interdisciplinar, foram agrupadas na categoria Tópicos Especiais (TE), como Sistemas de Inteligência Artificial, Telemedicina, Bioinformática, Nanotecnologia, Bioética, Engenharia Cardiovascular, entre outras.

Após a seleção e o agrupamento das disciplinas, foram contabilizadas as cargas horárias totais de cada grande área. Em seguida, as universidades foram organizadas de maneira crescente de número de horas dentro de cada categoria e, assim, foi possível visualizar qual universidade oferece mais e menos horas em disciplinas específicas da categoria em questão. Na sequência, foi calculado o percentual do total de horas de cada área em relação a soma total da carga horária das disciplinas do núcleo específico de cada IES. Por último, foi calculada uma média aritmética das porcentagens encontradas nas IES, para cada uma das 6 categorias. Dessa forma, foi possível estimar o quanto cada área está presente na grade curricular do curso de graduação em EB no Brasil.

III. RESULTADOS

Em relação ao número de cursos de graduação em Engenharia Biomédica ofertados no país, foram identificados 18. A região sudeste é a que mais possui, são onze no total, seguida pela região sul, com quatro, região nordeste, com dois, e, por último, a região norte, com apenas um curso ofertado. É válido considerar também que a região centro-oeste brasileira não possui nenhum curso ofertado. A Fig. 1 apresenta de forma gráfica a distribuição geográfica dos cursos por região.

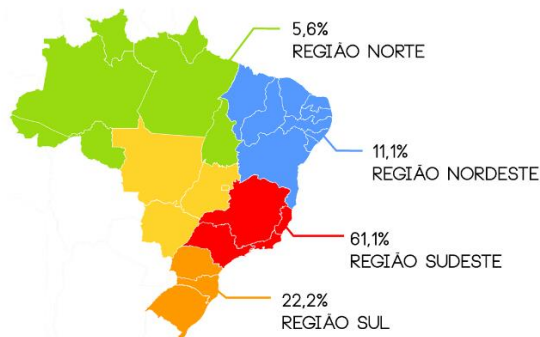


Fig.1 Porcentagem da distribuição dos cursos de Engenharia Biomédica no Brasil por região

A partir da análise das cargas horárias totais obrigatórias dos cursos de EB, têm-se que a média das IES brasileiras é de 3979,69 horas, sendo a maior carga horária a da UNISINOS, de 4645 horas e a menor da INATEL, de 3540 horas.

Em relação a carga horária obrigatória de estágio, a média é de 247,06 horas, tal que a maior é da UNIVAP, com 400 horas e cinco IES com a carga mínima exigida pelo MEC [30], de 160 horas (CAM, INATEL, UFPA, UFRN e USJT).

Em relação ao prazo de integralização do curso de EB no Brasil, verificou-se que é de, majoritariamente, 10 semestres. A única exceção é na UFRN, que são 11 semestres.

Analisando as grades curriculares das IES, foi possível verificar a quantidade de horas de disciplinas específicas de EB agrupadas por área. As IES que não oferecem disciplinas em determinada área foram omitidas dos gráficos.

O total de horas em disciplinas de IB em cada IES pode ser verificado na Fig. 2.

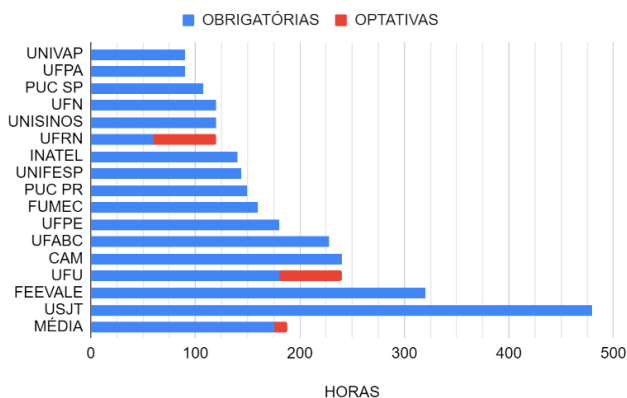


Fig. 2 Total de horas em disciplinas de Instrumentação Biomédica

A média aritmética de horas em disciplinas de IB é de 147 horas. A menor quantidade de horas foi observada nas UNIVAP e UFPA (90 horas) e a maior na USJT (480 horas).

O total de horas em disciplinas de IM em cada IES pode ser verificado na Fig. 3.

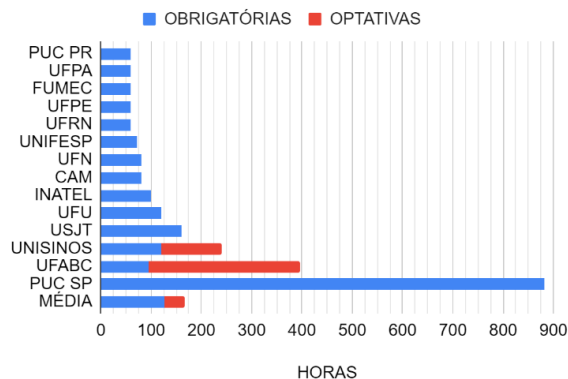


Fig. 3 Total de horas em disciplinas de Imagens Médicas

A média aritmética de horas em disciplinas de IM é de 76 horas. A menor quantidade de horas foi observada nas PUCPR, UFPA, FUMEC, UFPE e UFRN (60 horas) e a maior na PUC SP (882 horas). A UFABC possui no total 396 horas na área de IM, porém são majoritariamente constituídas por disciplinas optativas (300 horas). A UNISINOS possui no total 240 horas, sendo 50% destas optativas.

O total de horas em disciplinas de BP em cada IES pode ser verificado na Fig. 4.

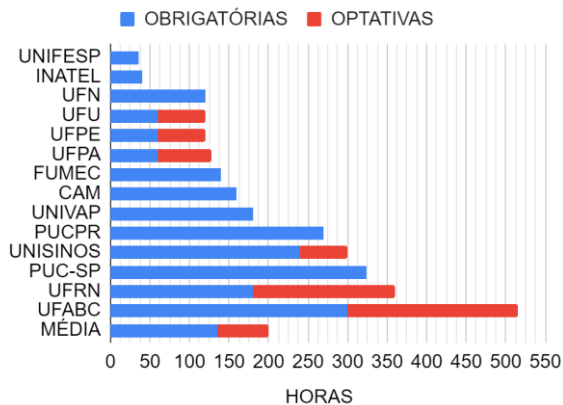


Fig. 4 Total de horas em disciplinas de Biomateriais e Próteses

A média aritmética de horas em disciplinas de BP é de 134 horas. A menor quantidade de horas foi observada na UNIFESP (36 horas) e a maior na UFABC (516 horas), sendo

216 horas de optativas. A UFRN possui no total 360 horas, sendo 50% destas optativas.

O total de horas em disciplinas de SB em cada IES pode ser verificado na Fig. 5.

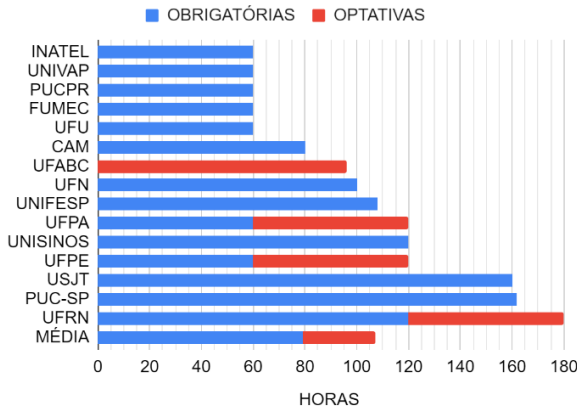


Fig. 5 Total de horas em disciplinas de Sinais Biomédicos

A média aritmética de horas em disciplinas de SB é de 98 horas. A menor quantidade de horas foi observada nas INATEL, UNIVAP, PUCPR, FUMEC e UFU (60 horas) e a maior na UFRN (180 horas). A UFABC possui no total 96 horas na área de SB, porém constituídas apenas disciplinas optativas. A UFPA e a UFPE possuem, cada uma, 120 horas, sendo 50% dessas optativas.

O total de horas em disciplinas de EC em cada IES pode ser verificado na Fig. 6.

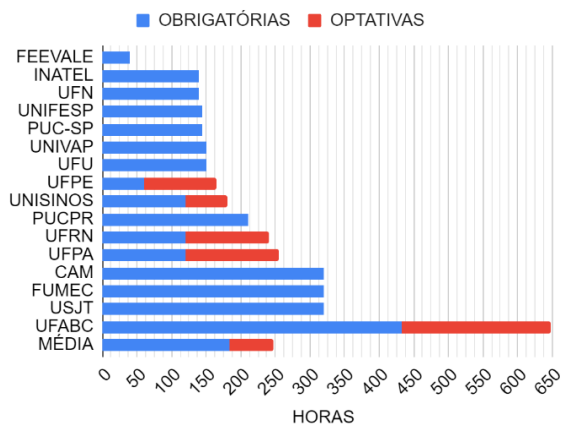


Fig. 6 Total de horas em disciplinas de Engenharia Clínica

A média aritmética de horas em disciplinas de EC é de 172,5 horas. A menor quantidade de horas foi observada na FEEVALE (40 horas) e a maior na UFABC (648 horas). A UFPE possui no total 165 horas na área de EC, porém é majoritariamente constituída por disciplinas optativas.

O total de horas em disciplinas de TE em cada IES pode ser verificado na Fig. 7.

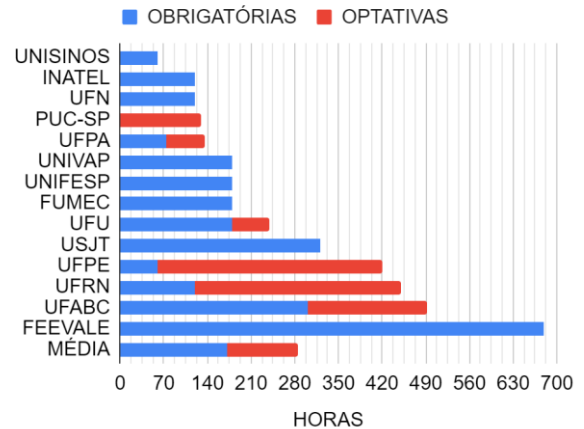


Fig. 7 Total de horas em disciplinas de Tópicos Especiais

A média aritmética de horas em disciplinas de TE é de 180 horas. A menor quantidade de horas foi observada na UNISINOS (60 horas) e a maior na FEEVALE (680 horas). A UFPE e UFRN possuem no total 420 e 450 horas, respectivamente, na área de TE, porém são majoritariamente constituídas por disciplinas optativas. A PUC-SP possui no total 130 horas na área de TE, mas é constituída apenas disciplinas optativas.

A análise do perfil dos cursos de EB no Brasil, feita através do cálculo do número médio de horas das disciplinas específicas em cada área, pode ser observada na Fig. 8.

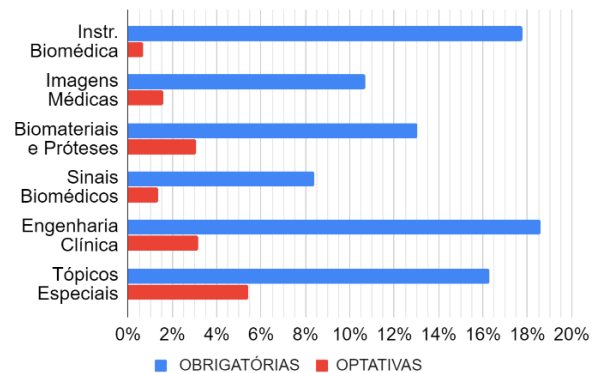


Fig. 8 Análise consolidativa total, em porcentagem, das cargas horárias das disciplinas específicas correspondente às áreas abordadas nos cursos de Engenharia Biomédica no Brasil

Quanto ao perfil do curso de graduação em EB no Brasil, verifica-se que, em média, 18,58% da carga horária obrigatória dos cursos de graduação é formada por disciplinas na área de EC, 18% por disciplinas na área de IB, 16,27% por disciplinas da categoria TE, 13,04% por disciplinas na área de BP, 10,69% por disciplinas na área de IM e 8,39% por disciplinas na área de SB. O restante dos 15,24% das horas de disciplinas específicas de EB são distribuídas entre as matérias optativas.

IV. DISCUSSÃO

Tendo como propósito deste artigo a convergência de dados acerca dos cursos de Engenharia Biomédica no Brasil, de modo a delinear as áreas de atuação dos profissionais formados com base nas grades horárias das Instituições de Ensino, alguns impasses foram encontrados.

Um dos empecilhos observados foi acerca da aquisição de dados. Algumas matrizes curriculares e suas cargas horárias demandaram esforço para serem encontradas em suas páginas da WEB. Na maioria dos sites das IES analisadas, as ementas das disciplinas não são disponibilizadas, o que pode dificultar o acesso de pessoas interessadas em ingressar em tais instituições. A ementa é um registro que destaca os pontos essenciais sobre as disciplinas da grade curricular e pode oferecer informações importantes para o público leigo, portanto, é crucial que os endereços eletrônicos sejam dispostos de maneira acessível, atualizada e contendo todas as informações relevantes sobre o curso. Um espaço que contenha o acompanhamento dos egressos das IES seria um diferencial bastante útil, pois informaria ao público o perfil do profissional que se gradua naquela instituição.

Houve uma divergência de dados a respeito da instituição Faculdade de Americana (FAM), que, segundo o site do e-MEC, possui o curso de EB ativo. Porém, no site da própria faculdade não consta essa informação e, contatando-os, os mesmos informaram que não possuíam EB em seu catálogo de cursos. Vale salientar também que o CAM foi encontrado em alguns sites como Faculdade das Américas (FAM), apesar de, segundo o e-MEC, ter o nome de Centro Universitário das Américas. Reforça-se, então, a necessidade de manter os sites sempre atualizados para não divulgarem informações incompletas e/ou equivocadas.

As pesquisas também evidenciaram uma outra problemática: a desigualdade na distribuição geográfica dos cursos de EB no Brasil. A região na qual se concentram a maior parte dos cursos é a Sudeste, com 61,1%. Sendo seguida pela região Sul, Nordeste e Norte. A região Centro-Oeste não possui

nenhum curso de graduação em EB. Além disso, verificou-se também que todas as instituições particulares estão instaladas na região Sudeste-Sul do país.

Considerando os resultados obtidos, percebe-se que, para os interessados em IB, as instituições USJT e FEEVALE são mais interessantes. Para IM, a PUC SP e a UFABC são mais indicadas. As que possuem um maior foco em BP são a UFABC e a UFRN. Aos interessados em SB, as universidades UFRN, PUC SP e USJT são as mais sugeridas. Para EC a UFABC, a USJT, a FUMEC e a CAM são mais atrativas. Além disso, reforça-se que as seguintes instituições: FEEVALE, UFABC, UFRN e UFPE oferecem uma maior carga horária de disciplinas dentro de TE, o que promove uma maior diversidade aos cursos. Os interessados devem olhar quais oferecem disciplinas que proporcionam maiores experiências durante a graduação.

Algumas universidades possuem uma maior carga horária de estágio obrigatório, tal como a UNIVAP, com 400 horas. Em contrapartida, algumas universidades fazem uso da carga horária mínima exigida pelo MEC [30], de 160 horas de estágio obrigatório. Pode-se imaginar que os egressos de instituições com maior carga horária de estágios podem ser mais aptos para o ingresso no mercado por conta de uma maior vivência profissional. No entanto, o fato de a instituição designar a quantidade mínima de horas para estágio não é garantia de que os estudantes cumpram apenas o necessário. Considerando isso, uma investigação mais minuciosa acerca desse assunto, na qual fosse obtida uma média da quantidade de horas de estágio realizadas por cada estudante, daria um melhor parâmetro do seu aproveitamento. Também seria interessante mapear quais são as possibilidades de estágio que os discentes encontram durante a sua formação.

Sobre as matrizes curriculares, áreas como a Nanotecnologia (NT) e a Engenharia Biomédica Forense (EBF), que possuem pouca abordagem pelas IES levantadas neste estudo, poderiam ser incluídas nos cursos de graduação em EB no Brasil, visto a relevância dos dois campos. Pesquisas na área de NT estão levando engenheiros biomédicos a resolverem problemas ao nível molecular e celular, desenvolvendo micromáquinas para reparar danos dentro de células [31], por exemplo. Já a área de EBF é de suma importância por se relacionar com o campo jurídico e levar o engenheiro biomédico a utilizar os seus conhecimentos das áreas de biológicas e de exatas em perícias. Outras áreas, como Robótica Cirúrgica e Bioinformática, também merecem uma atenção especial pelas IES listadas.

V. CONCLUSÃO

Neste artigo, foram analisadas as matrizes curriculares dos cursos de Engenharia Biomédica no Brasil com o intuito de

definir quais áreas são o foco de cada instituição. Os resultados aqui reportados podem ser usados para ajudar estudantes a compreenderem melhor a dinâmica das diferentes instituições brasileiras.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a direção da Faculdade de Engenharia Elétrica, FAPEMIG, CAPES, FNDE e CNPq pelo apoio às atividades do PET Engenharia Biomédica.

CONFLITO DE INTERESSE

Os autores declaram que não possuem nenhum conflito de interesse.

REFERÊNCIAS

1. Harris, T. R., Bransford, J. D., & Brophy, S. P. (2002). Roles for Learning Sciences and Learning Technologies in Biomedical Engineering Education: A Review of Recent Advances. *Annual Review of Biomedical Engineering*.
2. Linsenmeier, R. A. (2003). What makes a biomedical engineer? In *IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine*.
3. Programa de Engenharia Biomédica da COPPE/UFRJ, PEB at <http://www.peb.ufrj.br/eb.htm>
4. Sociedade Brasileira de Engenharia Biomédica, SBEB at <http://www.sbeb.org.br/site/graduacao/>
5. Brown, J. H. U. (1975). The Biomedical Engineer and the Health Care System. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*.
6. Mylrea, K. C., & Sivertson, S. E. (1975). Biomedical Engineering in Health Care-Potential Versus Reality. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*.
7. Magjarević, R., & Lacković, I. (2011). Biomedical engineering - past, present, future. *Automatika*, 52(1), 5–11.
8. Johns, R. J. (1975). Current Issues in Biomedical Engineering Education. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, BME-22(2), 107–110.
9. Torzyn, N. T., McKinney, W. D., Abbott, E. L., Cook, A. M., & Gillott, D. H. (1975). Biomedical Engineering Program to Upgrade Biomedical Equipment Technicians. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*.
10. Harmon, L. D. (1975). Biomedical Engineering Education: How to Do What, with Which, and to Whom. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, BME-22(2), 89–94.
11. e-MEC at <http://portal.mec.gov.br/e-mec-sp-257584288>
12. Engenharia Biomédica - PUCPR at <https://www.pucpr.br/cursos-graduacao/engenharia-biomedica/>
13. Engenharia Biomédica | Graduação Unisinos at <https://www.unisinos.br/graduacao/engenharia-biomedica/sao-leopoldo>
14. Engenharia Biomédica - Inatel at <https://inatel.br/vestibular/engenharia-biomedica>
15. Engenharia Biomédica - UFU at <http://www.biomedica.eletrica.ufu.br/index.php/en/>
16. Engenharia Biomédica | Universidade Feevale at <https://www.feevale.br/graduacao/engenharia-biomedica>
17. Comece a estudar Engenharia Biomédica na São Judas at <https://www.usjt.br/cursos/engenharia-biomedica-2/>
18. Univap - Universidade do Vale do Paranaíba at <https://www.univap.br/universidade/graduacao/feau/cursos/engenharia-biomedica/corpo-docente.html>
19. Engenharia Biomédica at <https://www.ufn.edu.br/site/ensino/graduacao/engenharia-biomedica>
20. Grade Curricular - Engenharia Biomédica at <https://eb.ct.ufrn.br/grade-curricular/>
21. PUC-SP at <https://www.pucsp.br/graduacao/engenharia-biomedica#matriz-curricular>
22. SIGAA - Sistema Integrado de Gestão de Atividades Acadêmicas at <https://sigaa.ufpa.br/sigaa/public/curso/curriculo.jsf>
23. Curso de Engenharia Biomédica - UFPE at <https://www.ufpe.br/engenharia-biomedica-bacharelado-ctg>
24. Engenharia Biomédica - Fam at <https://vemprafam.com.br/cursos/engenharia-biomedica/>
25. Cursos de graduação da UNIFESP at <https://www3.unifesp.br/prograd/app/cursos/index.php/prograd/descricao/1674>
26. Disciplinas >> Engenharia Biomédica at <http://ebm.ufabc.edu.br/graduacao/disciplinas/>
27. Vestibular FUMEC 2020 at <https://processoseletivo.fumec.br/curso/engenharia-biomedica/>
28. Engenharia Biomédica - Funorte at <http://old.funorte.edu.br/curso/engenharia-biomedica>
29. Engenharia Biomédica - Faculdade UCL at <https://www.ucl.br/graduacao/engenharia-biomedica/>
30. RESOLUÇÃO CNE/CES 11, DE 11 DE MARÇO DE 2002 at <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES112002.pdf>
31. Designing a Career in Biomedical Engineering at <http://www.embs.org/wp-content/uploads/2016/01/EMB-CareerGuide.pdf>

Autor: Letícia Marques Pinho Tiago
Instituição: Universidade Federal de Uberlândia
Endereço: R. Dos Pica-paus, 1750
Cidade: Uberlândia
País: Brasil
Email: leticia.marquespinho@gmail.com