

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA - CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**A INTEGRAÇÃO MERCADO-SALA DE AULA E OS DESAFIOS DA
ATUALIZAÇÃO DO ENSINO DE ENGENHARIA MECÂNICA**

por

Vicente Bridi de Borges

Porto Alegre, novembro de 2021

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA - CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**A INTEGRAÇÃO MERCADO-SALA DE AULA E OS DESAFIOS DA
ATUALIZAÇÃO DO ENSINO DE ENGENHARIA MECÂNICA**

por

Vicente Bridi de Borges

Orientador Prof. Doutor Eduardo André Perondi
Co-Orientador Prof. Doutor Leandro Raizer

Monografia apresentada ao Departamento de Engenharia Mecânica da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do diploma de Engenheiro Mecânico.

Porto Alegre, novembro de 2021

Borges, Vicente Bridi de
À INTEGRAÇÃO MERCADO-SALA DE AULA E OS DESAFIOS DA
ATUALIZAÇÃO DO ENSINO DE ENGENHARIA MECÂNICA / Vicente
Bridi de Borges. -- 2021.

31 f.

Orientador: Eduardo André Perondi.

Coorientador: Leandro Raizer.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) --
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de
Engenharia, Curso de Engenharia Mecânica, Porto
Alegre, BR-RS, 2021.

1. Ensino. 2. Mercado de trabalho. 3. Engenharia
mecânica. I. Perondi, Eduardo André, orient. II.
Raizer, Leandro, coorient. III. Título.

Vicente Bridi de Borges

A INTEGRAÇÃO MERCADO-SALA DE AULA E OS DESAFIOS DA ATUALIZAÇÃO
DO ENSINO DE ENGENHARIA MECÂNICA

ESTA MONOGRAFIA FOI JULGADA ADEQUADA COMO PARTE DOS
REQUISITOS PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE
ENGENHEIRO MECÂNICO
APROVADA EM SUA FORMA FINAL PELA BANCA EXAMINADORA DO
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA

Prof. Cirilo Seppi Bresolin

Coordenador do Curso de Engenharia Mecânica

Área de concentração: Processos de Fabricação.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo André Perondi

Coorientador: Prof. Dr. Leandro Raizer

Comissão de Avaliação:

Prof. Darci Banech Campani

Prof. Eduardo André Perondi

Prof. Fabiano Disconzi Wildner

Porto Alegre, novembro de 2021

AGRADECIMENTOS

Agradeço o percurso transcorrido durante o processo de graduação, findado e concretizado através deste presente trabalho a toda a minha família, em especial aos meus pais Adriana Bridi de Borges, Juarez Gonçalves Borges, a minha irmã Manuela Bridi de Borges, que nos incalculáveis momentos de retiro e estudo me apoiaram, incentivaram e me conduziram durante o processo – muito obrigado. Agradeço também em especial ao meu avô, Orleans Antônio Bridi e a minha avó, Norma Mundstock Bridi pelo apoio financeiro e psicológico fornecido em prol da realização e concretização do meu projeto de vida, personificado pela minha empresa, que se decorreu durante o processo de construção deste trabalho. Agradeço a professora Paulete Schwartz pela mentoria e cumplicidade durante o meu período como monitor de Desenho Técnico II. Fica também meu agradecimento a todos os meus amigos, em especial a Ramiro Silva Miranda – grande e fiel escudeiro – que por inúmeras vezes tirou do seu tempo de descanso e estudo para me ajudar em dúvidas, disciplinas e em questões pessoais, e a Geovane da Silva Bittencourt – conselheiro, amigo e confidente – que sempre disponível, solícito e afável, contribuiu para a minha formação não só profissional, mas como pessoa. Vida longa ao Tripé™!

B. DE BORGES, Vicente. **A integração mercado-sala de aula e os desafios da atualização do ensino de engenharia mecânica.** 50 páginas, 2021. Monografia de Trabalho de Conclusão do Curso em Engenharia Mecânica – Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2021.

RESUMO

O presente trabalho aborda o tema da proposição de melhora da conexão entre o mercado de trabalho e o ambiente acadêmico presente na graduação de engenharia mecânica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. A metodologia de pesquisa envolvida no desenvolvimento desta tese abrange questionário interativo com alunos e egressos do curso – com a finalidade de coletar dados acerca das oportunidades de melhoria na graduação da UFRGS, demandas do mercado de trabalho e críticas perante o cenário de instalações físicas e metodologias de ensino da universidade –, análise curricular de outras universidades de renome nacional e mundial – a fim de comparar os pontos aplicados nessas instituições e adaptá-los a realidade da UFRGS – e posterior sugestão de criação de uma disciplina integradora, denominada “PRÁTICAS PROFISSIONAIS E GESTÃO DE PROJETOS” como objeto final conclusivo deste estudo.

PALAVRAS-CHAVE: questionário interativo, mercado de trabalho, sala de aula.

B. DE BORGES, Vicente. **The connection between the labor market and the academics classroom, and the challenges presented in the improvement of the teaching in mechanical engineering.** 50 pages, 2021. Mechanical Engineering End of Course Monography – Mechanical Engineering degree, The Federal University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2021.

ABSTRACT

This paper addresses the issue of improving the connection between the labor market and the academic environment present in mechanical engineering graduation at the Federal University of Rio Grande do Sul. The research methodology involved in the development of this thesis includes an interactive questionnaire with students and graduates of the course - in order to collect data about opportunities for improvement in graduation at UFRGS, demands of the labor market and criticisms regarding the scenario of physical facilities and teaching methodologies at the university -, curriculum analysis of other renowned universities national and global – in order to compare the points applied in these institutions and adapt them to the reality of UFRGS – and subsequent suggestion to create an integrative discipline, called “PROFESSIONAL PRACTICES AND PROJECT MANAGEMENT” as the final conclusive object of this study.

KEY WORDS: interactive questionnaire, labor market, classroom.

NOMENCALTURA

Símbolos

| | |
|---|---------------------|
| x | Variável de entrada |
| N | Número de respostas |
| P | Peso da resposta |
| M | Média |
| D | Desvio padrão |

Símbolos gregos

| | |
|----------|--------------------|
| Σ | Somatório |
| Δ | Variação/Diferença |

Abreviações

| | |
|--------|--|
| UFRGS | Universidade Federal do Rio Grande do Sul |
| MEC | Ministério da Educação |
| M.I.T. | <i>Massachussets Institute of Technology</i> |
| UFRJ | Universidade Federal do Rio de Janeiro |
| USP | Universidade de São Paulo |
| BRA | Brasil |
| EUA | Estados Unidos da América |
| ING | Inglaterra |
| CAD | <i>Computed Aided Design</i> |
| CAE | <i>Computed Aided Engineering</i> |
| CAM | <i>Computed Aided Modeling</i> |

LISTA DE GRÁFICOS

| | |
|---|----|
| Gráfico 1 - Distribuição escalar das respostas da questão 4..... | 20 |
| Gráfico 2 - Distribuição escalar dos resultados da questão 5..... | 20 |
| Gráfico 3 - Distribuição das respostas da questão 7..... | 22 |
| Gráfico 4 - Distribuição das respostas da oitava questão..... | 23 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 - Distribuição das respostas referente a questão 1..... | 16 |
| Tabela 2 - Distribuição das respostas referentes a questão 2 do questionário..... | 17 |
| Tabela 3 - Distribuição de respostas da questão 3..... | 18 |
| Tabela 4 - Distribuição das respostas da questão 6. | 21 |

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO | 10 |
| 1.1. ESTUDO DE CASO | 10 |
| 1.2. JUSTIFICATIVA..... | 10 |
| 1.3. OBJETIVOS..... | 11 |
| 2. FORMATAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA | 11 |
| 3. METODOLOGIA E PESQUISA | 12 |
| 3.1. QUESTIONÁRIO INTERATIVO | 12 |
| 3.2. PESQUISA E ANÁLISE DOS CURRÍCULOS DE OUTRAS UNIVERSIDADES | 13 |
| 3.2.1 Harvard School of Engineering (EUA) | 13 |
| 3.2.2. M.I.T. (EUA)..... | 14 |
| 3.2.3. University of Oxford (ING)..... | 14 |
| 3.2.4. Universidade de São Paulo – USP (BRA)..... | 15 |
| 3.2.5. Universidade Federal do Rio de Janeiro (BRA)..... | 15 |
| 4. RESULTADOS E ANÁLISES | 16 |
| 4.1. RESULTADOS DO QUESTIONÁRIO | 16 |
| 4.2. ANÁLISE COMPARATIVA DAS INSTITUIÇÕES | 23 |
| 5. CONCLUSÕES | 24 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 27 |
| ANEXO A | 30 |
| ANEXO B | 30 |
| ANEXO C | 30 |
| ANEXO D | 30 |

1. INTRODUÇÃO

A engenharia mecânica, em seu cerne, é a ramificação da engenharia que estuda e aplica princípios da física, ciência dos materiais, matemática a construção, análise, manutenção ou otimização de sistema mecânicos.¹ Tais sistemas podem variar desde a produção de ferramentas até o projeto e construção de usinas de energia. Esse ramo da engenharia é movido e atualizado de maneira síncrona com o avanço da tecnologia, uma vez que de suas inovações saem frutos capazes de modificar o curso da humanidade de maneira direta, vide a invenção da roda.

Baseado no seu dinamismo, encontra-se uma necessidade de atualização constante dos seus meios de aprendizado e ensino juntamente com a sua evolução natural. O conceito de engenheiro da década de 20 do século XXI é muito diferente do que era, por exemplo, nos anos 2010, hoje tem-se um mundo onde o cenário de carros elétricos e híbridos vem se tornando uma obrigatoriedade em diversos países do mundo, naquela época, o Tesla Model S ainda nem havia sido lançado.

O presente trabalho é uma versão adaptada da monografia do autor, disponível na íntegra no Anexo D

1.1. ESTUDO DE CASO

O elemento de estudo nesse trabalho é a necessidade de uma ponte atualizada entre o estudante de engenharia mecânica, a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e o mercado de trabalho – indústria e pesquisa. Nota-se uma desconexão entre o que é estudado e o que é demandado em bolsas de iniciação científica (iCS), estágios, processos de *trainee*, demandas de analista de engenharia e engenheiros júnior, entre outras vertentes profissionais que o estudante pode seguir.

Analisando o ambiente macro estudantil, verifica-se a necessidade de uma melhor conexão multidisciplinar na engenharia mecânica para atualizar a formação do estudante ao que é necessário nos dias de hoje. Em processos seletivos de estágios e *trainees*, verifica-se uma falta de capacidade conectiva entre as diferentes áreas de estudo da mecânica por parte do estudante. Essa falha pode ser justificada pela ausência de uma disciplina integradora durante a formação do engenheiro que não seja no momento final de sua formação. A solidificação de um profissional capacitado desde a sua fase mais basal é um elemento chave para um maior desenvolvimento tanto no mercado da indústria, quanto nas pesquisas científicas e acadêmicas.

1.2. JUSTIFICATIVA

Durante a formação do estudante, não existe uma disciplina que consiga agregar, de maneira efetiva, as diferentes vertentes da engenharia mecânica na UFRGS. A divisão do curso em seus três pilares – Fenômenos de Transporte, Mecânica dos Sólidos e Processos de Fabricação – não consta com um pilar central onde o estudante possa aplicar conceitos distintos de cada área para realização de um projeto, resolução de um estudo de caso ou apresentação de uma *case* relacionada ao trabalho de um engenheiro.

Na grade curricular da graduação em engenharia mecânica, temos a disciplina de “METODOLOGIA DE PROJETO – A (ENG-03001)” que cumpre a função de disciplina integradora, porém, trata-se da última disciplina do curso, o que demonstra que durante a formação do estudante, essa lacuna não é preenchida. Para chegar até a disciplina ENG-03001, o estudante já percorreu diversas etapas de sua formação nas quais um conhecimento e vivência de engenharia no seu âmbito macro escalar foi necessário. Sendo assim, observa-se que a

¹ Adaptado de WICKERT, Jonathan. **Introdução à engenharia mecânica**. 3ª Edição, CENGAGE, Editora Learning, 2012.

efetividade da disciplina não se dá no quesito de construir conteúdo para o estudante, mas sim, finalizar um processo no qual ele já passou e não teve a devida instrução durante o curso.

Ademais das análises mais superficiais sobre o assunto abordado, temos pontos específicos durante a graduação que se mostram necessários de serem reforçados em uma etapa de transição do que é conhecimento de base do engenheiro mecânico, e o que se torna mais refinado em sua parte final da graduação. Dentre esses pontos, destaca-se a utilização de recursos tecnológicos (softwares de modelagem de projetos, modelagem de dados, recursos de apresentações e elementos visuais) e capacitação gerencial como os principais a serem desenvolvidos.

1.3. OBJETIVOS

O presente trabalho preza por identificar os principais pontos onde os estudantes deveriam ser melhor preparados pela universidade e propor a criação de uma disciplina integradora durante o processo de formação do profissional para melhor capacitá-lo para os deveres e afazeres com engenheiro. Não é de objetivo do trabalho questionar o porquê das metodologias de ensino então aplicadas serem as vigentes, mas sim propor atualizações pontuais para que a excelência seja atingida em todas as escalas da formação do engenheiro – passando pela revisão das disciplinas de base, criação de disciplina integradora, revisão das disciplinas específicas e lapidação das disciplinas finais do curso.

A disciplina integradora proposta nesse trabalho tem como objetivo final preparar o estudante para o pleno exercício e desenvolvimento das práticas e funções profissionais para o desenvolvimento de projetos em engenharia mecânica, fomentando a capacidade de conectar os conhecimentos oriundos das diferentes áreas da engenharia e aplicando-os em um meio final. Tal disciplina propõe-se em ser uma junção das principais demandas do mercado de trabalho e área científica de engenharia (no âmbito conteudista e de habilidades requeridas) e principais metodologias de ensino aplicadas nas universidades de excelência do Brasil e do mundo, para conseguir capacitar o estudante de maneira efetiva a ter uma experiência de aprendizagem e conhecimento que não se restrinja aos limites da sala de aula e possa permear as bases fundamentais que moldam o perfil do engenheiro formado pela UFRGS.

2. FORMATAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA

A formatação da graduação tem sua regulamentação dada pelas diretrizes do MEC e pela legislação vigente em território nacional. De maneira global, o MEC define²: carga mínima de 3600 horas, campos de atuação, áreas de ensino, infraestrutura mínima recomendada e define de forma sucinta o perfil do egresso.

De modo mais específico, o Governo Federal, através da Lei nº 5.194/66, juntamente com o Conselho Nacional de Educação (CNE) e a Câmara Superior de Educação (CES) definem – mediante a resolução de CNE/CES 11/2002 – as porcentagens mínimas de carga horária para os núcleos base de ensino de engenharia no geral: 30% da carga horária mínima fica destinada para um conglomerado de 15 tópicos base, 15% da carga para disciplinas de caráter profissionalizante e os 55% restantes a serem distribuídos conforme a universidade e departamento decidirem. Os conteúdos específicos a serem desenvolvidos durante a graduação de engenharia mecânica podem ser divididos em diversas áreas, dá-se destaque para as áreas de Mecânica dos Fluidos, Mecânica dos Sólidos, Transferência de Calor e Massa, Projetos em Engenharia Mecânica e Processos de Fabricação.

²Adaptado de: <http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/referenciais.pdf>, página 13.

Na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, os cursos de engenharia possuem disciplinas de base até, em média, o 4º semestre de ensino. Essa disciplinas de base incluem disciplinas de cálculo, física, química e programação básica³. Após esse período, os respectivos cursos tendem a canalizar as disciplinas para suas principais áreas de atuação. A graduação em engenharia mecânica tem uma carga horária total de 3965 horas, sendo essa dividida em disciplinas obrigatórias e eletivas. Fora isso, o curso também exige estágio supervisionado e créditos complementares ao curso (que podem ser obtidos através da realização de monitorias, participação em seminários, realização de estágios não-obrigatórios e outras atividades educacionais que sejam além da sala de aula).

Na UFRGS, o curso divide-se em três eixos: Mecânica dos Sólidos, Fenômenos de Transporte e Processos de Fabricação. Cada área de ensino possui diferentes disciplinas principais e corpo discente definido. Dentro da área de Mecânica dos Sólidos, pode-se definir como Mecânica dos Sólidos I (ENG-03003) como a disciplina fundamental da área; em Fenômenos de Transporte, podemos definir a disciplina de Transferência de Calor e Massa (ENG-03006) como a norteadora; em Processos de Fabricação podemos concluir que as disciplinas de Componentes Mecânicos I (ENG-03324) e Componentes Mecânicos II (ENG-03325) como duas das principais da área em questão.

3. METODOLOGIA E PESQUISA

3.1. QUESTIONÁRIO INTERATIVO

Para a coleta dos dados necessários para realização do trabalho, optou-se por desenvolver um questionário *online* que colete relatos, informações e sugestões de engenheiros mecânicos e acadêmicos da UFRGS. Para desenvolver o questionário, utilizou-se a ferramenta “*Google Forms*” como meio de quantificar as informações. O título do questionário foi “*Pesquisa sobre a integração mercado-sala de aula na graduação em engenharia mecânica na UFRGS*” e foi estruturado com as seguintes perguntas:

- a) *Qual a sua situação atual?*
- b) *Recursos que você julga necessário um engenheiro mecânico ter domínio.*
- c) *Características que você julga que deveriam ter seu desenvolvimento mais estimulado durante o processo de graduação em Engenharia Mecânica na UFRGS.*
- d) *Percepção, durante a graduação, da conexão entre as disciplinas para aplicação dos conhecimentos aprendidos.*
- e) *Está sendo considerada a possibilidade de criação de uma disciplina integradora entre as áreas de estudo e aplicação ao mercado de trabalho na fase intermediária do curso de Engenharia Mecânica da UFRGS.*
- f) *Condição da disciplina integradora: obrigatória, eletiva, alternativa ou desnecessária.*
- g) *Considere agora o processo de formação profissional aplicado na graduação em Engenharia Mecânica da UFRGS.*
- h) *Considere as instalações físicas de salas de aula, auditórios e laboratórios da UFRGS.*
- i) *Comentários adicionais.*

Para quantificar as repostas de grua escalar das questões, realizou-se o cálculo dos valores de média (M) e o desvio padrão (D) das respostas através das Equações 1 e 2 descritas.

³ Adaptado de: http://www.ufrgs.br/ufrgs/ensino/graduacao/cursos/exibeCurso?cod_curso=324.

$$M = \frac{\sum P \times X}{N} \quad (1)$$

Na qual,

M – Média Aritmética Simples

P – Número de respostas possíveis alternativa

X – Valor auferido na questão

N – número de respostas

$$D = \sqrt{\frac{\sum |X - M|^2}{N}} \quad (2)$$

Na qual,

M – Média Aritmética Simples

P – Número de respostas possíveis alternativa

X – Valor auferido na questão

N – número de respostas

3.2. PESQUISA E ANÁLISE DOS CURRÍCULOS DE OUTRAS UNIVERSIDADES

O intuito de melhorar a conexão entre a academia e o mercado de trabalho não se dá somente com a análise de informações colhidas pelo quesito sensitivo das pessoas, mas pelo reconhecimento dos pontos positivos e negativos que outras instituições de ensino de referência aplicam. A análise das metodologias de ensino de outras universidades, em conjunto com uma comparação com o currículo vigente na UFRGS foi um dos métodos de pesquisa escolhidos. Para essa análise, foram escolhidas as universidades de Harvard University (EUA), Massachusetts Institute of Technology (EUA), University of Oxford (ING), USP (BRA) e UFRJ (BRA).

3.2.1. Harvard School of Engineering (EUA)

Seu currículo acadêmico⁴ contempla o desenvolvimento de todas as áreas da engenharia mecânica, mas permite o aluno escolher, de maneira bem direta, uma área de especialização da graduação. O programa de graduação permite o aluno escolher pelo menos 20 disciplinas para completar o curso, tendo alguns critérios de escolha delas para serem respeitados. São eles:

- a) 4 das 20 disciplinas precisam ser consideradas de matemática (cálculos, matemática aplicada, probabilidade e estatística, e álgebras são consideradas disciplinas dessa área);
- b) 4 das 20 disciplinas precisam ser de ciências básicas (química, física e ciências avançadas);
- c) Pelo menos 12 das 20 disciplinas precisam relacionadas com engenharia. Para tal, a universidade disponibiliza um leque de mais de 30 opções para escolha do aluno, considerando disciplinas obrigatórias e eletivas.

Um ponto importante de se observar é o caráter de cada disciplina, principalmente as específicas de engenharia. Mesmo Harvard sendo uma universidade fortemente acadêmica e conteudista, temos uma conexão muito forte com o vivenciado no mundo industrial/comercial. A universidade disponibiliza aos alunos disciplinas de modelagem computacional de projetos,

⁴ Disponível na íntegra em Anexo A.

biomecânica, robótica, energia, entre outros assuntos vivenciados pelo engenheiro no seu dia a dia e pelos pesquisadores enquanto desenvolvendo inovações, aprofundando conteúdos e aprimorando recursos para o refino de técnicas de pesquisa, experimentação e desenvolvimento de seus projetos.

3.2.2. M.I.T. (EUA)

Reconhecida por sua excelência no ensino relacionado a áreas de tecnologia, a universidade conta com uma conexão com empresas e indústrias muito forte, desenvolvendo projetos em parceria e sendo referência mundial. O programa de graduação contempla o total de 189 a 192 créditos necessários para sua graduação, sendo esses divididos em pelo menos 17 disciplinas. As diretrizes gerais ditam que:

- a) Pelo menos duas das 17 disciplinas sejam voltadas para área principal de formação do aluno.
- b) De 12 a 15, dos 189 a 192 créditos, devem ser distribuídos entre as áreas de *Engenharia de Produto e Processo*, *Engenharia de Design de Sistemas*, *Design de Dispositivos Médicos* ou *Engenharia Global*.
- c) O aluno deve optar por duas disciplinas eletivas, totalizando 48 créditos, dentre as vinte opções disponibilizadas pela universidade.

Analisando o currículo da instituição, nota-se a grande conexão com o mercado de engenharia no mundo. O fato de oferecer disciplinas alternativas que incentivem o desenvolvimento de projetos relacionados com a indústria e criação de dispositivos demonstra a forte vertente de formar profissionais capacitados e atualizados para o mercado de trabalho. Disciplinas como *Design de Produto* ou *Design de Próteses e Dispositivos Médicos* reforçam como é fundamental o papel do engenheiro para a melhora no bem-estar e cotidiano das pessoas em diferentes maneiras.⁵

3.2.3. University of Oxford (ING)

A quarta universidade mais antiga do mundo, com sua fundação em 1096, é considerada por muitos como a melhor universidade do mundo. Localizada em Oxford, cidade que batiza o nome da instituição, a University of Oxford prima pela excelência no ensino e respeito perante o mercado de trabalho. De acordo com pesquisa, a totalidade de 100% dos seus egressos estão posicionados no mercado de trabalho com uma média salarial muito acima do normal, além de serem considerados profissionais com selo AAA+ de qualidade. O curso é estruturado de maneira mais objetiva que as universidades estadunidenses. Dividido em quatro anos, a graduação em Oxford tem suas disciplinas divididas anualmente para o estudante.

- a) Primeiro Ano: disciplinas de base (Matemática, Eletrônica e Informática, Mecânica e Estruturas, e Energias) e uma disciplina prática de técnicas de engenharia.
- b) Segundo Ano: continuação das disciplinas de base e maior interação com práticas de laboratório e técnicas de engenharia. No segundo ano começam módulos práticos que englobam obrigatoriamente softwares de modelagem computacional (CAM/CAD) e dois tópicos de disciplinas práticas, como: *Industrial Problem-Solving*, *Solar Race Challenge* entre outros.
- c) Terceiro Ano: o terceiro ano é marcado por ter um projeto final de conclusão ao final do seu período letivo. Para o desenvolvimento desse projeto, os estudantes formam grupos de 4 a 5 alunos que tem que desenvolver um projeto detalhado de um produto, considerando aspectos financeiros, viabilidade industrial, aplicabilidade e todos os parâmetros envolvidos num processo de desenvolvimento criativo de engenharia.

⁵ Disponível na íntegra em <http://catalog.mit.edu/degree-charts/mechanical-engineering-course-2/>.

- d) Quarto Ano: o último ano é marcado por ser o ano de desenvolvimento de um projeto de final de curso, sendo esse individual. Ainda se tem que no quarto ano o aluno tem a obrigatoriedade de escolher seis temas da engenharia para escrever seis artigos diferentes.

Como visto, a formatação do curso de Oxford promove a conexão da prática com a teoria em toda sua extensão. O fato de estruturar o currículo para posicionar o estudante como ativador de conhecimento e atuador na construção de um projeto estimula ferramentas de desenvolvimento profissional, como capacidade de fala para público corporativo, autoaprendizado e gestão do tempo, gestão de projetos e visão macroeconômica de desenvolvimento de soluções, características citadas no questionário deste trabalho.

3.2.4. Universidade de São Paulo – USP (BRA)

Com reconhecimento internacional pela qualidade de ensino e competência dos seus egressos, a USP é considerada a melhor universidade do Brasil. A Escola Politécnica da USP possui um setor dedicado para inovação e cadastro de engenheiros formados cadastrarem suas empresas para serem “empresas-filhas” da Poli USP. Essa iniciativa não é exclusividade da USP, em outras universidades é chamado de “incubadora”, inclusive na UFRGS. A diferença das empresas-filhas da USP e as incubadoras das outras universidades é o grau de inovação e investimento aplicado no projeto. A USP é referência internacional nesse quesito e recentemente reforçou seu status quo com a criação do NuBank, empresa-filha filiada à Politécnica.

Estruturado em moldes semelhantes ao da UFRGS, o currículo da Universidade de São Paulo conta com duas estruturas de currículo: uma para a sede de São Carlos, com o total de 4245 horas aula, outra para a sede de São Paulo (Politécnica da USP), que conta com o total de 4455 hora aula. Ambas dividem seu curso em 10 semestres letivos: os 4 primeiros semestres focados em disciplinas de base; do quinto ao oitavo semestre disciplinas de especialização voltadas para engenharia mecânica; o nono e décimo semestres são dedicados e profissionalização do estudante, com indicação para realização de estágio supervisionado e disciplinas de projetos.

O curso da USP segue as diretrizes do MEC, porém, vê-se uma preocupação de conectar o aluno com as novidades e a rotina do mercado de trabalho. A oferta de oportunidades extracurriculares, o convênio com empresas e iniciativas como “Agência USP de Inovação”, “Concurso de Patentes USP”, “Programa Santander USP de Inovação” conectam o estudante de maneira mais efetiva com o mercado de trabalho. Além dessas oportunidade de atividades extracurriculares, a viabilidade de estágio durante a graduação se dá a partir do 3º período cursado pelo estudante. O estímulo a inovação promove o desenvolvimento de capacidades conectivas interdisciplinares dos estudantes, bem como a postura para apresentações para público corporativo, o autoaprendizado, a gestão de tempo e a pró atividade do aluno.

3.2.5. Universidade Federal do Rio de Janeiro (BRA)

A Universidade Federal do Rio de Janeiro, considerada pelos historiadores como a primeira escola de engenharia do Brasil, é conhecida pela sua tradição e qualidade do ensino. Com uma estruturação focada no desenvolvimento pedagógico do estudante, a UFRJ – em especial a Politécnica da UFRJ (seção que engloba o curso de engenharia mecânica) – tem um perfil de egressos muito conteudistas e conectados com atividades de bolsas e pesquisa. Com um vasto leque de atividades de extensão, a universidade posiciona o estudante afim de conectá-lo com temas e situações mais próximas da sociedade. Com projetos integradores entre empresas e a universidade, eventos e ações para o desenvolvimento social e curso de extensão

em horário diferente dos de sala de aula, a UFRJ forma egressos com perfil “humano” mais desenvolvido que as demais universidades.

A graduação em engenharia mecânica é formatada para ser feita em 10 semestres, com prazo máximo de 15 semestres para sua realização. Com carga horária mínima de 3600 horas aula, o curso segue diretrizes estipuladas pelo MEC e tem um esquema básico muito semelhante ao das demais universidades federais. Com duas disciplinas obrigatórias de projetos e uma obrigatória de práticas e vivências de indústria, a UFRJ traz para a formação do aluno oportunidades de orientação e desenvolvimento de qualidades pertinentes ao mercado. O estímulo a interação com público, a integração com outros setores da sociedade, a promoção – ao que a instituição define mesmo – do processo de “interdisciplinaridade e interprofissionalidade”, a preocupação com impactos sociais e fomentar o conceito conectivo entre estudo-pesquisa-extensão ajudam o aluno da UFRJ a ter um preparo maior para se posicionar no mercado de trabalho.

Diferentemente das universidades estrangeiras, o desenvolvimento profissional do estudante parte muito mais da iniciativa de integração com o todo do que com recurso fornecidos pela universidade. A UFRJ também não realiza parcerias público-privadas com tanto sucesso e desenvolvimento quanto a USP, porém consegue integrar de outras maneiras o estudante com o mercado de trabalho, sem perder sua qualidade conteudista e tradição bisseccular. A permissão para realização de estágios na UFRJ se dá a partir da conclusão total das disciplinas de base presentes até o 4º período letivo da instituição.

4. RESULTADOS E ANÁLISES

4.1. RESULTADOS DO QUESTIONÁRIO

O questionário interativo foi disponibilizado a alunos e egressos da UFRGS pelo período compreendido entre 16 de outubro de 2021 e 31 de outubro de 2021. A pesquisa coletou o total de 42 respostas nesse período, sendo em sua maioria, estudantes da graduação em engenharia mecânica da UFRGS. O relatório na íntegra está disponível no Anexo B.

O resultado da enquete foi dividido por pergunta, tendo o seguinte demonstrativo:

a) *Qual a sua situação atual?*

Tabela 1 - Distribuição das respostas referente a questão 1.

| Alternativa | Número de respostas [42] | Percentual [%] |
|---|---------------------------------|-----------------------|
| Estudante estagiando | 20 | 47,62% |
| Profissional da indústria | 7 | 16,67% |
| Estuante em busca de estágio | 6 | 14,29% |
| Trainee | 2 | 4,76% |
| Engenheiro formado em busca de oportunidade | 2 | 4,76% |
| Professor/Pesquisador | 0 | 0,00% |
| Outros | 5 | 11,90% |

Fonte: AUTOR, 2021.

Nota-se uma predominância acentuada de respostas vindas de estudantes que atualmente se encontram no processo de inserção no mercado de trabalho através da realização de estágio ou processo de trainee. Esse fato pode ser explicado pela maior proximidade com um dos fatos causadores dessa pesquisa: a necessidade de melhora e criação de laços reais entre a sala de aula e o mercado de trabalho. Outra informação importante de se ressaltar foi a boa participação de profissionais já colocados na indústria (seja como contratado, contratante ou empresário); com o total de 10 participantes, nota-se que percentualmente (pelo número de pessoas impactadas pela pesquisa) foi o grupo que mais se envolveu, demonstrando uma preocupação e interesse positivos pelo tema.

O grupo dos participantes que buscam oportunidade de inserção no mercado de trabalho também teve sua participação representada por um bom percentual. Dentro desses números, nota-se que a noção da importância do tema é mais presente nos profissionais já formados. Esse fato ocorre devido a maior experiência no processo de construção profissional pelos indivíduos que já passaram pelas etapas de aprendizado e estágio vistos durante a graduação.

Os representantes da parte de pesquisa e academia foram a minoria dos respondentes da pesquisa. Com somente um estudante bolsista da UFRGS e sem nenhum professor ou pesquisador participantes da pesquisa, esse resultado ajuda a evidenciar a distância presente entre mercado e instituição de ensino.

b) *Recursos que você julga necessário um engenheiro mecânico ter domínio.*

Tabela 2 - Distribuição das respostas referentes a questão 2 do questionário.

| Alternativa | Número de respostas [42] | Percentual [%] |
|--|---------------------------------|-----------------------|
| Softwares CAD/CAE/CAM | 38 | 90,48% |
| Ferramentas da Indústria 4.0 | 29 | 69,05% |
| Ferramentas de programação computacional | 19 | 45,24% |
| Softwares de instrumentação, tratamento de dados e simulação | 19 | 45,24% |
| Ferramentas de gestão de projetos | 26 | 61,90% |
| Aplicação de microcontroladores | 9 | 21,43% |
| Nenhuma dessa | 1 | 2,38% |
| Outros | 9 | 21,43% |

Fonte: AUTOR, 2021.

Nota-se a predominância de seleção por cinco alternativas principais da questão. O fato de mais de 90% dos respondentes sinalizarem a importância do domínio das ferramentas de CAD/CAE/CAM como recurso necessário para o engenheiro evidencia o quão presente esses

softwares são presentes no dia a dia de trabalho. A modelagem e construção de peças no computador otimiza tempo e torna o custo da construção de qualquer produto bem mais barato. Os principais softwares desse nicho (SolidWorks, SolidEdge, Ansys, Inventor, AutoCAD 2D/3D) possibilitam que o usuário trabalhe a mesma geometria de uma peça com inúmeros materiais, a fim de conseguir escolher – após simulações e avaliação de viabilidade econômica – o mais adequado para a peça em análise.

A segunda alternativa mais escolhida foi a relacionada com “Ferramentas da Indústria 4.0”. O conceito de *Indústria 4.0* é relacionado a “Quarta Revolução Industrial”, que engloba a implementação de novas tecnologias para automação de processos, inteligência artificial, robotização de atividades e processos, entre outras aplicações. Essas ferramentas abrangem desde técnicas de impressão 3D – que é um método barato, rápido e preciso de desenvolver protótipos, visto seu baixo custo de manufatura, integração com os softwares CAD/CAM e implementação física simples e compacta –, até conceitos de *Machine Learning* (IA) e implementação de Manutenção Preditiva – a manutenção preditiva visa implementar um sistema de controle preventivo de falhas em sistemas e máquinas industriais visando a melhoria da eficiência do trabalho de técnicos de manutenção, o aumento da produtividade por máquina (reduzindo o número e tempo de intervenção de manutenção do técnico na máquina) e redução dos custos de manutenção para a empresa.

A terceira alternativa com maior número de escolhas foi “Ferramentas de gestão de projetos”. Essas ferramentas englobam o domínio de softwares para gestão de projetos (MSProject, Asana, OpenProject) e conceitos de gestão de projetos (metodologia SCRUM Agile, Lean Manufacturing).

A quarta e quinta alternativas mais assinaladas na pergunta (com 19 escolhas cada) são “Ferramentas de programação computacional” e “Softwares de instrumentação, tratamento de dados e simulação”. A alternativa “Aplicação de microcontroladores” teve um número de optantes já significativamente mais baixo que as demais, o que não a categoriza como menos importante se comparada com as demais. Os microcontroladores estão presentes em praticamente todos os sistemas hidráulicos, elétricos e pneumáticos modernos – direção hidráulica/elétrica de um carro é um exemplo muito claro de aplicação desse recurso, visto que o grau de esterçamento e alívio de força no volante é comandado por um microcontrolador (*Arduíno*) –, sendo uma ferramenta que viabiliza o trabalho do engenheiro e otimiza criações da engenharia.

A análise que impera ao observar a tendência de respostas na pesquisa é uma predominância e valorização muito grande de recursos relacionados ao desenvolvimento de projetos em engenharia mais vinculados a criação de peças, máquinas, otimização de processos e fatos mais próximos de um engenheiro de indústria.

- c) *Características que você julga que deveriam ter seu desenvolvimento mais estimulado durante o processo de graduação de Engenharia Mecânica na UFRGS.*

Tabela 3 - Distribuição de respostas da questão 3.

| Alternativa | Número de respostas [42] | Percentual [%] |
|--------------------|---------------------------------|-----------------------|
| Empreendedorismo | 24 | 57,14% |

| | | |
|---|----|--------|
| Postura e desenvolvimento de apresentações para público corporativo | 26 | 61,90% |
| Visão macroeconômica do desenvolvimento de soluções | 24 | 57,14% |
| Gestão de pessoas e conflitos | 25 | 59,52% |
| Psicologia empresarial e inteligência emocional | 24 | 57,14% |
| Autoaprendizagem e gestão de tempo | 20 | 47,62% |
| Gestão de projetos | 34 | 80,95% |
| Outros | 2 | 4,76% |

Fonte: AUTOR, 2021.

Nota-se uma distribuição muito homogênea na escolha das respostas da questão. Pode-se averiguar que a tendência por estimular o desenvolvimento de recursos – e inclui-se características – relacionados a aplicações em projetos segue como o principal ponto entre os respondentes. Um fenômeno que pode ser observado é que boa parte dos optantes por “Gestão de projetos” como uma das alternativas não considerou “Gestão de pessoas e conflitos” como uma opção. Do total de 34 respostas para “Gestão de projetos”, apenas 21 respondentes também incluíram “Gestão de pessoas e conflitos” como opção (apenas 61,74%). Além dessa relação, o índice de pessoas que também consideraram “Visão macroeconômica de desenvolvimento de soluções” como opção junto a gestão de projetos foi ainda mais baixo – 19 respostas, totalizando 55,88% dos optantes. O curioso desses dois fatores é que projetos são executados por pessoas e concretizados através de investimento financeiro. A implementação de qualquer projeto, seja ele um desenvolvimento de uma simples peça ou a remodelação do layout da planta de uma fábrica de uma multinacional passa, obrigatoriamente, por pessoas e pelo setor financeiro de qualquer indústria.

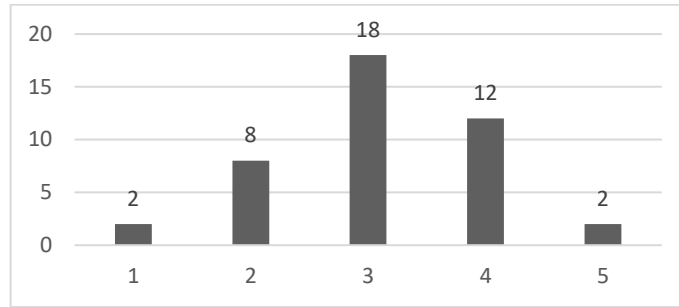
Analisando as alternativas, notamos que “Empreendedorismo”, “Postura e desenvolvimento de apresentações para público corporativo” e “Psicologia empresarial e inteligência emocional” tiveram praticamente o mesmo número de optantes. De maneira geral, percebe-se que essas características são mais voltadas para o quesito corporativo da engenharia – cargos menos técnicos e mais organizacionais.

A alternativa “Autoaprendizagem e gestão de tempo” obteve o menor índice de assinalados dentre as opções padronizadas – a opção “Outros” teve duas respostas e estão disponíveis para consulta no Anexo B. Essa é uma alternativa que foi direcionada para estimular a percepção e preocupação com a organização pessoal dos participantes.

d) *Percepção, durante a graduação, da conexão entre as disciplinas para aplicação dos conhecimentos aprendidos.*

O Gráfico 1 representa a distribuição das repostas da questão, sendo que a variação das escalas vai de: “1 – Totalmente desconexos” até “5 – Plenamente conectados”.

Gráfico 1 - Distribuição escalar das respostas da questão 4.



Fonte: AUTOR, 2021.

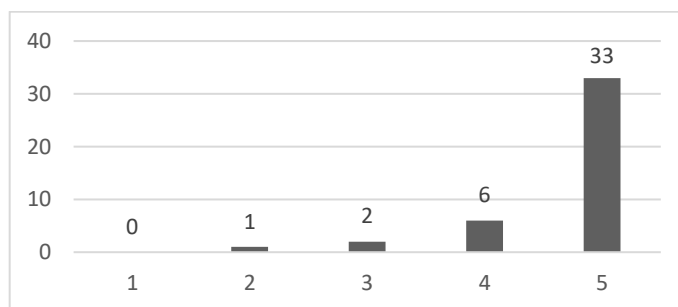
Nota-se uma distribuição praticamente homogênea e normalizada das respostas. O valor médio atribuído para esse grau⁶ foi de $M = 3,095$, com desvio padrão de $D = 0,921$ – valores obtidos através das Equações 1 e 2 supracitadas neste trabalho. Considerando que o valor 3 é considerado 50% de eficácia na conexão entre áreas (valor 1 é totalmente desconexos, 0%, e o valor 5 é plenamente conectados, 100%), temos que na média, egressos e alunos consideram mediano (52,38% de aprovação) o modo como a graduação interliga as diferentes áreas da engenharia mecânica. Observa-se também que, levando em consideração o desvio padrão referente a pesquisa, temos uma boa quantidade de respondentes que consideram o curso mais próximo de uma plena conexão entre as áreas (28,57% dos participantes assinalaram como 4 o grau de conexão entre as áreas) do que distante.

Por conseguinte, nota-se que o resultado geral dessa questão afirma que há um grande espaço para melhoria no quesito conectivo entre as disciplinas da graduação. Mesmo a média estando acima dos 50% de aprovação, para ser considerado um padrão elevado de eficiência, deveria se ter uma maior tendência para respostas de grau 4 e 5, enquanto o que se tem é uma normalização quase plena entre respostas de grau 2, 3 e 4.

- e) *Está sendo considerada a possibilidade de criação de uma disciplina integradora entre áreas de estudo e aplicação no mercado de trabalho na fase intermediária do curso de Engenharia Mecânica da UFRGS.*

O Gráfico 2 mostra a distribuição escalar das respostas, onde temos o grau 1 para “Discordo” até o grau 5, para “Concordo plenamente”.

Gráfico 2 - Distribuição escalar dos resultados da questão 5.



Fonte: AUTOR, 2021.

Conforme observa-se no Gráfico 2, a ampla maioria dos entrevistados concorda plenamente com a criação da disciplina integradora, não tendo nenhum total opositor a sua criação. Com o grau médio de $M = 4,690$ e desvio padrão $D = 0,672$, vemos que o índice de

⁶ Vide memorial de cálculo presente no Anexo C.

concordância plena com a criação da disciplina é categoricamente positivo. O fato da média ser de 92,26% de concordância com a criação da disciplina demonstra a necessidade de melhorar a integração na graduação da UFRGS. Outro fato que reforça essa necessidade é que 78,57% dos respondentes concordam plenamente com a criação, 14,29% concordam com a criação e apenas 7,14% têm opiniões indiferentes ou parcialmente discordantes da implementação dessa disciplina.

A tendência de concordância plena nessa questão demonstra um alinhamento grande do que o mercado espera de melhora da UFRGS com o sentimento dos alunos sobre o que deve ser melhorado. Essa harmonia de expectativas dos dois polos envolvidos na pesquisa posiciona os resultados de maneira isenta de tendências para qualquer um dos lados, conseguindo obter o panorama real dos hiatos presentes no processo de formação do profissional oriundo da UFRGS.

f) *Condição da disciplina integradora: obrigatória, eletiva, alternativa ou desnecessária.*

Tabela 4 - Distribuição das respostas da questão 6.

| Alternativa | Número de respostas [42] | Percentual [%] |
|--------------------|---------------------------------|-----------------------|
| Obrigatória | 29 | 69,05% |
| Eletiva | 11 | 26,19% |
| Alternativa | 2 | 4,76% |
| Desnecessária | 0 | 0,00% |

Fonte: AUTOR, 2021.

Conforme presente na Tabela 4, a grande maioria (95,24%) dos respondentes assinalou como caráter obrigatório ou eletivo da disciplina. A alternativa com maior apelo foi a de caráter obrigatório de ensino, concretizando 69,05% das marcações. Um fato importante de se observar é que dentro desses 29 respondentes, temos 70% (14 dos 20 respondentes) dos estudantes estagiando como optantes por essa modalidade. O fato de boa parte dos envolvidos simultaneamente nos processos de graduação e colocação profissional direcionarem o seu posicionamento para o mesmo sentido demonstra a preocupação e anseio pela melhora na capacitação por parte da universidade, e demonstra o grau de importância equivalente dado a como deveria ser ministrada a disciplina.

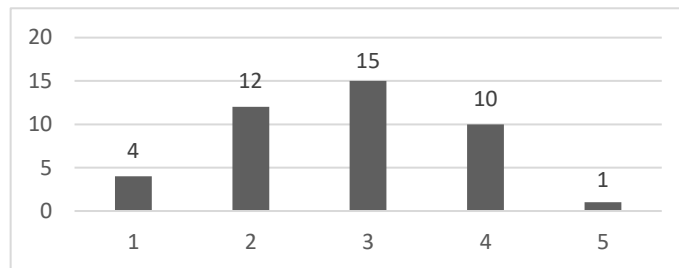
A alternativa de caráter “Eletiva” contou com 57,15% dos integrantes do grupo de profissionais da indústria. Essa divisão equilibrada dos votos por parte dos engenheiros da indústria não descredita a alternativa de caráter obrigatório da disciplina, pelo contrário, fortalece ainda mais que seja considerado como obrigatória caso seja implantada, pois quando se tem grande parte de dois grupos diferentes opinando para um mesmo lado, temos visões construtivas em relação a opção apontada.

A opção “Alternativa” como caráter proposto para a disciplina obteve somente 2 votos na pesquisa. Além disso, o resultado de 0 votos para a opção “Desnecessária” credibiliza ainda mais a necessidade de desenvolvimento dessa disciplina.

g) *Considere agora o processo de formação profissional aplicado na graduação em Engenharia Mecânica da UFRGS.*

O Gráfico 3 ilustra a distribuição das respostas balizadas por grau 1 para “Não apto” até grau 5 para “Totalmente apto”.

Gráfico 3 - Distribuição das respostas da questão 7.



Fonte: AUTOR, 2021.

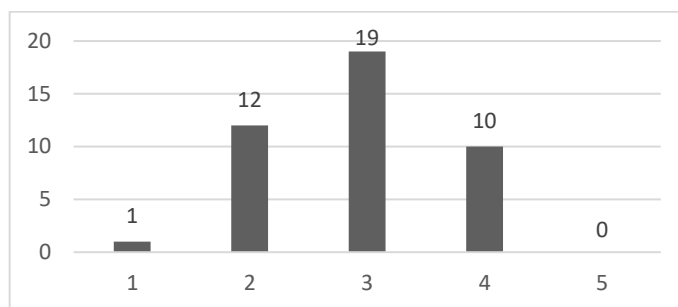
Conforme nota-se no Gráfico 3, as respostas ficaram distribuídas de maneira relativamente normalizada; tivemos uma concentração maior nas respostas que tendem a uma certa indiferença quanto a positividade ou negatividade em relação a questão proposta. Obteve-se o grau médio de $M = 2,810$ e desvio padrão $D = 0,981$ para os dados coletados. Nota-se que a média ficou abaixo do 50% de aprovação (total de 45,24%) no quesito de aptidão para exercer a função da profissão. Levando em consideração o desvio padrão referente a questão, temos uma proximidade maior de respostas que tendem para uma sensação de pouca aptidão (grau 2) do que para uma boa aptidão (grau 4) – o cálculo de desvio padrão foi realizado de maneira individual em cada resposta e para análise da tendência das respostas, temos que a maior concentração de respostas (levando em consideração o desvio padrão, para mais ou para menos, em relação à média) está compreendido entre os graus 2 e 3. Esse fato reforça o hiato presente no processo de graduação e a necessidade de uma atualização por parte da UFRGS para ser mais efetiva na preparação profissional do seu aluno.

Não obstante do supracitado, outro fato importante de ser destacado é a distribuição das escolhas de grau 1, 2 e 3 dentre estudantes estagiando, profissionais da indústria, trainees, engenheiros formados em busca de oportunidades e pessoas já colocadas no mercado de trabalho. Tem-se 27 dos 29 optantes por essas 3 alternativas como pessoas que já tem contato com o mercado de trabalho, o que expressa um número significativo para esse subgrupo (maior parte dos envolvidos na pesquisa) de respondentes – 75%.

h) *Considere as instalações físicas de salas de aula, auditórios e laboratórios da UFRGS.*

A última pergunta optativa do questionário foi direcionada para uma avaliação das condições físicas fornecidas pela UFRGS para o desenvolvimento dos alunos durante o processo de graduação. Foram sugeridas salas de aula, auditórios e laboratórios como objetos de avaliação, visto que restaurantes universitários, espaços de convivência nos CAMPUS, bibliotecas e museus não são espaços que tem sua utilização destinada especificamente para a graduação em engenharia mecânica, mas como recurso geral para toda universidade. A escala optativa variou de grau 1 para “Péssimo” até grau 5 para “Ótimo”, o Gráfico 4 ilustra sua distribuição de acordo com as respostas de cada participante.

Gráfico 4 - Distribuição das respostas da oitava questão.



Fonte: AUTOR, 2021.

Observa-se a distribuição na faixa central das respostas, principalmente entre as alternativas 2, 3 e 4. O grau médio de satisfação dos respondentes em relação as condições das instalações físicas foi de $M = 2,905$, com desvio padrão médio $D = 0,900$. Essa média inferior aos 50% de satisfação (total de 47,62%) com as instalações físicas reflete um cenário de possível falta de recursos que possibilitem os alunos desenvolverem mais e melhor a sua capacidade acadêmica e de aprendizado.

Essa lacuna tem algumas justificativas: desde deficiência histórica e corte de verbas⁷, até dívidas de anos subsequentes. O aspecto da deficiência histórica em relação a recursos das instalações físicas se dá desde falta de manutenção preventiva das instalações, construções e alocações de recursos de maneira errônea, instrumentos e dispositivos antiquados e uma reclamação constante dos estudantes, levando até para o lado folclórico quando relacionado a situações específicas na universidade. O corte de verbas e as dívidas acumuladas de anos subsequentes estão diretamente relacionadas e tem contribuição direta para o sucateamento das instalações e falta de recursos para pesquisa e ensino. Com uma redução do repasse de verbas governamentais em 18%⁸ - o que representou uma perda de aproximadamente R\$ 11,47 milhões – de um ano para o outro, juntamente com uma redução de 30% no orçamento se comparado com o período de 5 anos atrás (2016) e com a alta da inflação – que no presente ano de 2021 está prevista para próximo de 10% -, faz com que seja difícil para a universidade conseguir investir em melhorias de estrutura e ampliar os recursos fornecidos a alunos, pesquisadores e comunidade envolvida.⁹

i) *Comentários adicionais.*

Este último espaço do questionário foi destinado para ser um espaço livre para os entrevistados manifestarem sua opinião, crítica ou sugestão referente ao tema abordado. Essa questão era optativa, tendo o total de 10 respostas, dentre os 42 participantes (23,81% de adesão). Vide anexo para comentários na íntegra.

4.2. ANÁLISE COMPARATIVA DAS INSTITUIÇÕES

As universidades americanas de Harvard e M.I.T. possuem similaridades no quesito construtivo dos currículos da graduação. Possuem em sua base curricular uma quantidade pré-definida de disciplinas de base e de especificação que diferenciam as engenharias entre si. A universidade de Harvard, se comparada ao M.I.T., tem um viés mais conservador e tradicional

⁷ Diversas matérias ilustram o cenário de corte de verbas no ano de 2021, dentre elas, deu-se destaque a: <https://www.brasildefato.com.br/2021/06/14/universidades-federais-so-tem-recursos-garantidos-para-cerca-de-3-meses-funcionando>

⁸ Vide: <https://gauchazh.clicrbs.com.br/educacao-e-emprego/noticia/2021/05/corte-de-quase-20-no-orcamento-afeta-o-funcionamento-de-universidades-federais-no-rs-ckom0ob6s00aj018m5xymph5f.html> .

⁹ Adaptado de https://www.em.com.br/app/noticia/economia/2021/11/03/internas_economia.1319400/ipc-fipe-sobe-1-em-outubro-e-inflacao-acumulada-em-2021-chega-a-8-32.shtml.

no desenvolvimento do seu conteúdo na graduação, não por ser mais “atrasada”, mas pelo caráter de fomentar a implementação e desenvolvimento de tecnologias na graduação do M.I.T.

Na análise do currículo de Harvard pode-se observar a boa quantidade de disciplinas eletivas de especialização oferecidas – a graduação oferece 27 opções de disciplinas para serem cursadas, tendo o estudante que escolher 8 entre elas. Essas disciplinas são específicas de engenharia mecânica e abordam temas que levam na especialização do profissional em determinada área – desde biomecânica e desenvolvimento de próteses até estudo e desenvolvimento de energia fotovoltaica. Já ao analisar a grade curricular do M.I.T., nota-se um direcionamento maior desde as disciplinas de base para o desenvolvimento do estudante como engenheiro mecânico em si. As disciplinas que envolvem química e física (estudo de materiais e estudo de dinâmica), por exemplo, já são direcionadas para aplicações específicas em engenharia mecânica. Além disso a formatação do curso no M.I.T. restringe a escolha de disciplinas eletivas para tópicos mais específicos ainda da engenharia mecânica, direcionando bastante o escopo do profissional para sua área de interesse.

As universidades brasileiras envolvidas no estudo foram a USP e a UFRJ. As duas instituições são de grande tradição e credibilidade tanto para o mercado de trabalho, quanto em questões de qualidade de ensino e credibilidade acadêmica. Com regramento estabelecido pelo MEC, as duas universidades se assemelham muito no quesito de estrutura curricular.

Com um perfil de currículo e cultura institucional mais voltado para desenvolvimento de parcerias com o setor privado, a Universidade de São Paulo é a instituição modelo no Brasil no quesito de comunicação com a indústria, escritórios e varejo com o ambiente acadêmico. O contato com os outros setores, muito decorrente da cultura da universidade, traz para o profissional formado na USP a reputação e respaldo dignos de sua trajetória. Já a Universidade Federal do Rio de Janeiro tem uma estrutura curricular mais “conteudista” que universidade paulista. Com maior número de horas aula teóricas que a USP, a UFRJ tem culturalmente um maior direcionamento para a construção de um perfil de profissional mais conectado com questões humanas do trabalho. Um ponto importante de se reforçar é a existência na UFRJ de duas disciplinas obrigatórias de projetos e uma disciplina voltada para integração com práticas e vivência de indústrias, o que demonstra uma preocupação maior da instituição em orientar o aluno nas questões relacionadas a mercado de trabalho e inserção profissional.

A graduação em Oxford tem toda sua espinha dorsal voltada para estimular a autonomia do estudante e desenvolver a capacidade de gestão de tempo, projetos e visão entre áreas desde o primeiro semestre. Com metodologia de avaliação não voltada tanto para provas, mas mais para a criação de artigos e desenvolvimento de projetos, a instituição estimula o desenvolvimento contínuo do profissional sem buscar dividir o estilo em conteudista ou mais voltado para conexão com o mercado de trabalho. Com disciplinas de desenvolvimento de projetos em todas as etapas de curso (sendo um projeto para ser realizado obrigatoriamente em grupo e um obrigatoriamente individual), a graduação apresenta um nível de preocupação com o desenvolvimento da capacidade conectiva entre áreas muito diferente do que as demais universidades analisadas.

Ao passo que as universidades americanas fomentam muito o desenvolvimento de profissionais já especializados em certa área e as universidades brasileiras ainda formam profissionais mais generalistas e um tanto quanto desconexos com questões mais específicas de engenharia mecânica, a universidade inglesa possui disciplinas específicas e utiliza de suas cadeiras de projeto para integrar as diferentes áreas em uma só direção final.

5. CONCLUSÕES

A integração entre as metodologias de coleta de dados e avaliação de competências referentes ao ensino de engenharia mecânica e como relacionar seus conceitos acadêmicos com aplicações práticas no mercado de trabalho e tarefas de engenheiro mecânico foi o foco central deste trabalho. A integração entre esses aspectos não é uma tarefa exclusiva da universidade, parte muito da motivação e interesse do aluno para seu pleno desenvolvimento. Não pode ser atribuído a um único aspecto – seja ele acadêmico ou de estímulo profissional – o sucesso e desenvolvimento do aluno ou engenheiro durante o exercer de suas funções e obrigações. O conjunto de fatores que leva o profissional ou estudante a ter mais ou menos êxito ou competência futura engloba: ensino de qualidade, fomentar as oportunidades profissionais, estimular a conexão entre o conhecimento acadêmico e o profissional, desenvolvimento de habilidades extraclasse e valorização de características comportamentais mais adequadas com o que as gerações e o futuro requer.

No processo de análise dos resultados obtidos através do questionário interativo aplicado a discentes e egressos da UFRGS, notou-se um distanciamento com alguns dos itens supracitados, como: falta de estímulo a conexão entre conhecimentos acadêmicos e profissional, ausência de estímulos ao desenvolvimento profissional do estudante e indiferença a valorização de características comportamentais mais produtivas. Notou-se uma forte vertente a indicar que a universidade necessita melhorar e estimular mais o estudante a desenvolver o aspecto gerencial e criativo de projetos, bem como o forte aceitamento e apelo pela criação de uma disciplina que consiga trazer esse lado mais conectivo – inerente ao desenvolvimento de projetos e conexão entre áreas de estudo e mercado de trabalho – para dentro do ambiente acadêmico.

A instituição possui um currículo muito parecido com a aplicado na USP, com forte e reconhecida qualidade no ensino. Diferentemente da universidade paulista, o estímulo ao estudante se envolver em projetos com parcerias público-privadas¹⁰ é menor, o que acaba deixando uma falha no quesito de suporte e fornecimento de oportunidades para o estudante se desenvolver profissionalmente. Outra questão que relaciona o hiato presente com o mercado de trabalho e o que é desenvolvido dentro da sala de aula é quando se permite que o estudante comece a realizar estágio. A USP permite a partir da conclusão do terceiro período (semestre) do curso de engenharia mecânica, a UFRJ (outra universidade envolvida na análise) é a partir da conclusão das disciplinas de base referentes ao quarto período do curso; já a UFRGS estipula que somente a partir do sexto semestre da graduação o estudante é permitido realizar estágio. No cenário de colocação profissional presente no Brasil, esse “atraso” forçado de pelo menos um ano em comparação com as outras universidades de ponta reduz o grau de experiência e vivência que o estudante tem ao ser graduada como engenheiro mecânico pela UFRGS.

Quando comparada com a UFRJ, a graduação da UFRGS se demonstra incompleta no quesito de desenvolvimento de projetos. Sem ter disciplinas voltadas para o seu desenvolvimento e também não ofertando nenhuma cadeira que tenha direcionamento específico para conexão com vivência de indústria, a UFRGS tem nesse quesito um exemplo prático de como melhorar a comunicação entre sala de aula, mercado de trabalho e propiciaria atualização dos seus docentes junto a indústria. Essa prática de ter disciplinas de projeto e conexão com a indústria também é observada nas universidades americanas e inglesa. As três instituições são referências mundiais em pesquisa, qualidade de ensino e colocação profissional de seus egressos. Com estruturas curriculares que contém disciplinas de desenvolvimento de

¹⁰ A UFRGS participa de diversas competições e projetos científicos que incluem o envolvimento de empresas com fornecimento de recursos financeiros, físicos ou de suporte organizacional, porém, não conta com um grande número de parcerias de projetos onde o estudante de engenharia mecânica consiga, através da universidade, desenvolver um trabalho para uma empresa, o que já diferente da cultura institucional apresentada na USP.

projetos e assuntos específicos interligados com o desenvolvimento industrial, as universidades de Harvard, Oxford e o M.I.T. servem como balizador e guia para ajustes de metodologias e aplicações a serem implementadas na UFRGS – desde que respeitando as diretrizes impostas pelo Ministério da Educação.

Por conseguinte, levando em consideração os resultados da pesquisa interativa e a análise de metodologias e estruturas curriculares aplicadas em outras universidades, a criação de uma disciplina que busque integrar o mercado de trabalho (setor industrial, comercial e de pesquisa) com as valências acadêmicas e suas distintas áreas de estudo pode ser um artifício de melhora no preparo do estudante de engenharia mecânica da UFRGS. Baseado no percebido por profissionais formados pela UFRGS, estudantes da universidade, juntamente com o executado nas demais instituições, a disciplina deveria ser voltada para o desenvolvimento e gestão de projetos. Esse direcionamento pode potencializar o grau de efetividade no tratamento dessa distância presente entre o acadêmico da UFRGS e o profissional de engenharia mecânica. Também se recomenda o cunho obrigatório da disciplina, bem como sua realização entre o quarto e quinto semestre (período) da graduação em engenharia mecânica.

A sugestão de nome para a disciplina integradora é “ENGXXXXX – PRÁTICAS PROFISSIONAIS E GESTÃO DE PROJETOS”. A súmula, bem como estrutura, critérios de avaliação e metodologia estão disponíveis na íntegra no Anexo D do presente trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] CARVALHO, Leonard de A., TONINI, Adriana Maria. **Uma análise comparativa entre as competências requeridas na atuação profissional do engenheiro contemporâneo e aquelas previstas nas diretrizes curriculares nacionais dos cursos de Engenharia.** <https://www.scielo.br/j/gp/a/vJ6vbwX9vtkzk5P8PQxLJ7K/?lang=pt>, acessado em 27 de julho de 2021.
- [2] GOMES, Daiane Pereira. **O ser e o saber do estudante de engenharia de produção.** Universidade de Juiz de Fora, 2018.
- [3] FILHO, Gabriel E., SAUER, Laurete Z., ALMEIDA, Nival N. de, VILLAS-BOAS, Valquíria. **Uma nova sala de aula é possível.** ABENGE, Editora LTC, 2019.
- [4] WICKERT, Jonathan. **Introdução à engenharia mecânica.** 3ª Edição, CENGAGE, Editora Learning, 2012.
- [5] <https://www.ufrgs.br/demec/historia-do-demec/>, acessado em 29 de agosto de 2021.
- [6] HOBBSAWM, Eric J. **A Era das Revoluções 1789-1848.** Rio de Janeiro, Editora Paz e Terra, 2014.
- [7] <http://www.poli.ufrj.br/graduacao/mecanica/>, acessado em 05 de setembro de 2021.
- [8] CASTRO, Rosângela N. A. de. **Teorias do currículo e suas repercussões nas diretrizes curriculares dos cursos de engenharia.** Goiânia, Editora Educativa, 2010.
- [9] MARCONI, Marina de A., LAKATOS, Eva M. **Metodologia do trabalho científico.** Rio de Janeiro, 9ª Edição, Editora Atlas, 2021.
- [10] <http://www.juventudect.fiocruz.br/engenharia-mecanica>, acessado em 09 de setembro de 2021.
- [11] **Referências nacionais dos cursos de engenharia**, via <http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/referenciais.pdf>, acessado em 20 de setembro de 2021.
- [12] **Lei nº 5.194/66, de 24 de dezembro de 1966**, via http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/15194.htm, acessado em 20 de setembro de 2021.
- [13] **Resolução CNE/CES 11/2002**, via <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES112002.pdf>, acessado em 20 de setembro de 2021.
- [14] Base curricular da graduação em engenharia mecânica pela UFRGS: http://www.ufrgs.br/ufrgs/ensino/graduacao/cursos/exibeCurso?cod_curso=324, acessado em 21 de setembro de 2021.
- [15] BARBETTA, Pedro A., REIS, Marcelo M., BORNIA, Antonio C. **Estatística para cursos de engenharia e informática.** São Paulo, 3ª Edição, Editora Atlas, 2010.
- [16] <http://meche.mit.edu/education/undergraduate>, acessado em 21 de setembro de 2021.
- [17] HARVARD, University of. **Plan of Study for the Mechanical Engineering SB Concentration**, via <https://www.seas.harvard.edu/materials-science-mechanical-engineering/undergraduate-programs/concentration-information/requirements>, acessado em 16 de outubro de 2021.
- [18] <https://eng.ox.ac.uk/study/undergraduate/your-degree/course-structure/>, acessado em 20 de outubro de 2021.

- [19] <http://catalog.mit.edu/degree-charts/mechanical-engineering-course-2/>, acessado em 21 de outubro de 2021.
- [20] MIT. **Guide to Graduate Study in Mechanical Engineering**, via http://meche.mit.edu/sites/default/files/MechE_Grad_Guide.pdf, acessado em 21 de outubro de 2021.
- [21] https://pt.wikipedia.org/wiki/Lista_das_universidades_mais_antigas_do_mundo, acessado em 21 de outubro de 2021.
- [22] <https://www.theuniguide.co.uk/university-of-oxford-o33/courses/mechanical-engineering-meng-hon-2022-8bc847e1f491>, acessado em 22 de outubro de 2021.
- [23] OXFORD, University of. **Meng in Engineering Science**, via https://eng.ox.ac.uk/media/8132/engineering-brochure-6pp_web-2021.pdf, acessado em 23 de outubro de 2021.
- [24] OXFORD, University of. **Course Handbook 2021/2022**, Department of Engineering Science, Oxford, 2021.
- [25] <https://uspdigital.usp.br/jupiterweb/listarGradeCurricular?codcg=18&codcur=18063&codhab=0&tipo=N>, acessado em 24 de outubro de 2021.
- [26] <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-57812736>, acessado em 24 de outubro de 2021.
- [27] <https://uspdigital.usp.br/jupiterweb/listarGradeCurricular?codcg=3&codcur=3044&codhab=3000&tipo=N>, acessado em 24 de outubro de 2021.
- [28] <http://www.inovacao.usp.br/>, acessado em 24 de outubro de 2021.
- [29] <https://siga.ufrj.br/sira/temas/zire/frameConsultas.jsp?mainPage=/repositorio-curriculo/B08429C0-92A4-F799-0189-0E3864A60C97.html>, acessado em 25 de outubro de 2021.
- [30] UFRJ, **Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia Mecânica UFRJ-POLI**, via http://www.mecanica.ufrj.br/ufrj-em/index.php?option=com_jdownloads&Itemid=82&view=finish&cid=82&catid=84&lang=en, acessado em 25 de outubro de 2021.
- [31] <http://www.poli.ufrj.br/estudante/programa-de-estagios/>, acessado em 25 de outubro de 2021.
- [32] <https://poli.ufrj.br/extensao/>, acessado em 25 de outubro de 2021.
- [33] <http://www.portaldaindustria.com.br/industria-de-a-z/industria-4-0/>, acessado em 31 de outubro de 2021.
- [34] <https://www.infovarejo.com.br/geracao-z-e-millennials-entenda-as-diferencas-e-o-impacto-no-seu-negocio/>, acessado em 02 de novembro de 2021.
- [35] <https://www.portaltransparencia.gov.br/orgaos/26244?ano=2021>, acessado em 03 de novembro de 2021.
- [36] <http://www.abc.org.br/2021/10/11/corte-de-92-das-verbas-da-ciencia-ira-afetar-pesquisa-na-antartica-a-partir-de-marco-diz-cientista-da-ufrgs/>, acessado em 03 de novembro de 2021.
- [37] <https://www.ibge.gov.br/explica/inflacao.php>, acessado em 03 de novembro de 2021.

- [38] <https://www.poli.usp.br/ensino/estagios/estagios-perguntas-frequentes>, acessado em 04 de novembro de 2021.
- [39] <http://www.ufrgs.br/ufrgs/a-ufrgs/apresentacao>, acessado em 06 de novembro de 2021.
- [40] http://www.ufrgs.br/ufrgs/ensino/graduacao/cursos/exibeCurso?cod_curso=324, acessado em 06 de novembro de 2021.
- [41] <https://www.ufrgs.br/fce/ufrgs-aprova-calendario-academico-para-o-ano-de-2021/>, acessado em 09 de novembro de 2021.
- [42] <https://www.ufrgs.br/escoladeadministracao/wp-content/uploads/2020/07/Proposta-Resolu%C3%A7%C3%A3o-ERE-para-CEPE.pdf>, acessado em 09 de novembro de 2021.
- [43] GOMES, Oséias. **Gestão fácil: multiplique seus negócios com uma estratégia para gerar facilidades e operar de maneira ágil em todas as pontas de sua empresa.** São Paulo, Editora Gente, 2019.
- [44] SUTHERLAND, Jeff. **Scrum: a arte de fazer o dobro do trabalho na metade do tempo.** Tradução: Natalie Gerhardt. São Paulo, LeYa, 2014.
- [45] KNAPP, Jake, ZERATSKY, John, KOWITX, Braden. **Sprint: o método usado no Google para testar e aplicar novas ideias em apenas cinco dias.** Tradução: GOTTLIEB, Andrea. Rio de Janeiro, 1ª Edição, Editora Intrínseca, 2017.
- [46] <https://www.poli.usp.br/institucional/missao-visao-e-valores>, acessado em 12 de novembro de 2021.
- [47] http://www.mecanica.ufrj.br/ufrj-em/index.php?option=com_jdownloads&Itemid=82&view=finish&cid=82&catid=84&lang=en, acessado em 27 de novembro de 2021.
- [48] Ranking de 2021 Segundo a Times Higher Education (THE): <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-57812736> . acessado em 27 de novembro de 2021.
- [49] <https://www.poli.usp.br/hotsites/divulgacao-startups/empresas-filhas-da-escola-politecnica-da-usp/10841-nubank-cristina-junqueira.html> , acessado em 27 de novembro de 2021.
- [50] <https://www.poli.usp.br/ensino/estagios/estagios-perguntas-frequentes>, acessado em 27 de novembro de 2021.

ANEXO A

Plano de estudo e apresentação das disciplinas do curso de graduação da University of Harvard (EUA). Imagens extraídas de <https://www.seas.harvard.edu/materials-science-mechanical-engineering/undergraduate-programs/concentration-information/requirements> em “*Plan of Study for the Mechanical Engineering S.B.*”.

ANEXO B

Respostas do questionário disponível na íntegra em:
https://docs.google.com/spreadsheets/d/1IocG_r95rL6DtJ6-P8VwSg5pVEj0vy1k/edit?usp=sharing&oid=115613747767561321060&rtpof=true&sd=true
https://drive.google.com/file/d/1LhcDiWQJz4MWCzWBVd38OIq_ynzfOD3n/view?usp=sharing.

ANEXO C

Memorial de cálculo referente aos dados extraídos das perguntas do questionário interativo. Disponível na íntegra em:
<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1nZhhEWEEOeJk7ftAkbQQiYMB2t0LytE5/edit?usp=sharing&oid=115613747767561321060&rtpof=true&sd=true>.

ANEXO D

Súmula, estrutura, metodologia e critérios de avaliação da disciplina integradora. Disponíveis na íntegra em: <https://drive.google.com/file/d/1MJJDFAm7vOvdW4F8qq8Ne-JfjmsC7kz9/view?usp=sharing>.

ANEXO E

Monografia base do trabalho. Disponível na íntegra em:
<https://drive.google.com/file/d/1R3vUBcv5FFkptCrQmw7bdOxNLx-XQ2S-/view?usp=sharing>.