

PROPOSTA DE ESTRUTURA CURRICULAR PARA ENSINO INTEGRADO E MULTIDISCIPLINAR NAS ÁREAS DAS ENGENHARIAS ELÉTRICA, MECÂNICA, CIVIL E DE COMPUTAÇÃO

Resumo: Este artigo apresenta uma proposta de estrutura curricular a ser implementada no projeto pedagógico de curso das engenharias Civil, Mecânica, Elétrica e Computação. A proposta visa melhorar a integração do ciclo básico dessas quatro áreas das engenharias ao mesmo tempo que visa a capacitação dos discentes em tecnologias integradas voltadas ao desenvolvimento da indústria 4.0 no Brasil. Serão apresentados resultados obtidos pelo curso de Engenharia de Computação da Universidade Estadual do Maranhão após a implementação de um Projeto Pedagógico de Curso inovador onde houve a integração das áreas de TI, Telecomunicações e Controle e Automação, capacitando os alunos na convergência tecnológica que vem sendo a base da indústria 4.0.

Neste sentido, tomou-se como parâmetro o cenário atual da indústria 4.0 no Brasil e no mundo, as principais instituições responsáveis pela pesquisa nessa área e o mercado de trabalho nacionais e internacionais.

Foram estudadas diversas correntes pedagógicas para subsidiar a elaboração da proposta da organização didático-pedagógica e do projeto político pedagógico. A concepção de integrar o ciclo básico das engenharias em estudo, tem o objetivo de formar um engenheiro com sólida formação multidisciplinar em cada área das engenharias. Acredita-se que a implantação desses projetos pedagógicos integrados nos cursos de graduação mencionados, contribuirá para o fortalecimento de um mercado em processo de consolidação no mundo, devido a sua rápida evolução, trazendo grandes oportunidades profissionais e acadêmicas para os discentes e docentes da Universidade Estadual do Maranhão.

Palavras-chave: Projeto Pedagógico de Curso. Indústria 4.0. Ensino nas Engenharias.

1 INTRODUÇÃO

Vivemos numa era de constantes mudanças e atualizações nas áreas de tecnologia. Todas as áreas das engenharias são constantemente impactadas com novidades das áreas de tecnologia da informação, Internet das Coisas (IoT, do inglês *Internet of Things*), robótica, virtualização, cloud computing, etc. São inúmeros os avanços tecnológicos na área de desenvolvimentos de softwares e aplicativos, que por conseguinte, geram avanços tecnológicos no setor de telecomunicações, que por conseguinte, geram avanços nas áreas de engenharia elétrica (*smart grids*), construção civil (*smart homes*), e assim continuamente.

Nota-se claramente que existe uma cadeia contínua de tecnologia apoiando tecnologia e assim, avanços são observados em todas as áreas das ciências. Uma realidade dessa convergência tecnológica são as incríveis cidades inteligentes ao redor do mundo que utilizam dessa mistura de tecnologias para resolver os problemas gerados pelo caos da urbanização descontrolada. Mais recentemente temos a concepção de uma indústria 4.0 pelos alemães, que também propõe o uso inteligente e convergente de diversas tecnologias até então usadas separadamente, mas que unidas estão proporcionando uma poderosa revolução trará impactos na economia em escala global.

O advento da Indústria 4.0 foi precedido dos processos de digitalização e automação das plantas industriais, com processos de comunicação de dados sem fio. O advento da Inteligência Artificial trouxe a possibilidade de autonomia na operação e manutenção destas plantas. Entretanto, como implantar Inteligência Artificial sem acesso à informação, sem comunicação móvel, tendo a mobilidade pois como um dos pressupostos desta autonomia?

Por essa razão o Curso de engenharia de computação da Universidade Estadual do Maranhão, apresentou no ano de 2015 um Projeto Pedagógico de Curso (PPC) que inovava no que se refere a formação do profissional de Engenharia da Computação e na forma como professores conduziram seus orientandos nas fases de Estágio e TCC, abrindo novas oportunidades de aplicação de conhecimentos, de estágio e emprego.

Com o sucesso da aplicação de um PPC inovador e multidisciplinar, integrando as áreas de Tecnologias da Informação, Telecomunicações e Controle e Automação, este trabalho propõe um passo adiante, buscando aprimorar os currículos dos cursos de engenharia da Universidade Estadual do Maranhão de forma aos mesmos permitirem uma melhor formação profissional dos seus discentes, capacitando-os mais adequadamente a nova era da indústria 4.0.

2 INOVAÇÃO NO CURSO DE ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO

Em geral, entende-se que o profissional formado em Engenharia da Computação seja aquele capaz de projetar e construir hardware, desenvolver softwares e aplicativos, trabalhar com tecnologia da informação, redes de computadores e sistemas computacionais. Essas premissas de formação profissional do engenheiro de computação não estão erradas, entretanto as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) dos Cursos de Engenharias, as Resoluções do sistema CREA/CONFEA e a portaria do INEP, abrem um leque muito maior de competência e habilitação para o Engenheiro de Computação.

O art. 1º da Res. 380/1993 do CONFEA determina que o Engenheiro de Computação ou Engenheiro Eletricista com ênfase em Computação, esteja habilitado a desempenhar todas as atividades do Artigo 9º da Resolução nº 218/73, acrescidas de análise de sistemas computacionais, seus serviços afins e correlatos.

O Artigo 9º da Resolução nº 218/73 diz que:

"I - o desempenho das atividades 01 a 18 do artigo 1º desta Resolução, referentes a materiais elétricos e eletrônicos; equipamentos eletrônicos em geral; sistemas de comunicação e telecomunicações; sistemas de medição e controle elétrico e eletrônico; seus serviços afins e correlatos." (CONFEA)

Desta forma, o engenheiro de computação deve ser capaz de conhecer e integrar as seguintes áreas do conhecimento: computação, eletrônica, controle, automação e telecomunicações, que são pilares da indústria 4.0. No entanto, poucos cursos de engenharia da computação, possuem uma estrutura curricular que contemple verdadeiramente todas essas áreas.

Numa aposta de sucesso, a coordenação do curso de Engenharia da Computação da Universidade Estadual do Maranhão, propôs para avaliação do Núcleo Docente Estruturante do curso, um Projeto Pedagógico de Curso (PPC) audacioso baseado na convergência e

integração de conhecimentos de Tecnologias da Informação, Telecomunicações e Controle e Automação. Esse projeto pedagógico foi implantado a partir de 2015 e implemetado durante os últimos 4 anos. Após esse período, observou-se inúmeros benefícios ao corpo docente e discente do curso, dos quais os principais foram:

1. Conhecimento multidisciplinar, abrindo maiores oportunidades de estágio e empregabilidade os egressos;
2. Reconhecimento das habilidades em automação e telecomunicações pelas grandes empresas do setor industrial do Maranhão, como a Companhia Vale do Rio Doce e Alumar, que antes não aceitavam Engenheiros de Computação para estagiar nessas áreas por entenderem que esse conhecimento estava fora do escopo de sua formação.
3. Aumento de visitas técnicas, devido a melhor compatibilidade do novo PPC as atividades desenvolvidas pelos engenheiros de campo das grandes empresas do setor industrial e de telecomunicações do Maranhão.
4. Aumento no número de registros de software e pedidos de patentes realizados pelos discentes do curso após a defesas de seus Trabalhos de Conclusão de Curso. Esse aumento foi possível devido a multidisciplinaridade do curso abrir novos horizontes de inovação e implementação prática das ideias.

Um dos pontos negativos dessa estrutura curricular foi o excesso de disciplinas por período e um aumento na carga horária do curso. Por esta razão, em 2018 foi aprovado no colegiado do curso uma revisão do PPC, onde a redução do número de disciplinas e da carga horária foi o grande desafio alcançado. Agora, a coordenação do curso tem monitorado cuidadosamente o desempenho desta nova estrutura curricular e vem através deste trabalho propor uma nova aposta pedagógica em que o foco está na capacitação e habilitação dos egressos para trabalharem com a indústria 4.0 e também todo o escopo que se pode abranger com o uso de Internet das Coisas em outras esferas não industriais.

3 INDÚSTRIA 4.0 E O ENSINO DE ENGENHARIA

A nova revolução industrial, também conhecida como indústria 4.0 traz consigo potencialidades, desafios e dificuldades novas que vem se propagando em todo país. Com esta revolução espera-se que novos índices de produtividade e flexibilidade econômica sejam alcançados contando assim com a devida inteligência para os meios de produção resultando em máquinas mais automatizadas e inteligentes. Contudo, no Brasil ainda se investiga suas características positivas e negativas na implementação da indústria 4.0 pois mesmo que a mesma acarrete em uma gama de benefícios em sua incorporação, também há desafios a serem superados para sua inteira difusão. Um dos principais desafios é justamente a capacitação dos profissionais das áreas de tecnologia e como as universidades que são as principais fontes formadores desses profissionais vêm se adequando para essa nova evolução.

A competitividade industrial por inovações tecnológicas, atualmente, gerou o que chamamos de indústria 4.0 que incorpora tecnologias como IoT (internet das Coisas), Cyber-Physical-Systems e Big Data seus benefícios e desafios e melhoria na robotização, automação e Inteligência Artificial industrial. Isso abre um leque de conhecimento vasto que os profissionais precisam ter para se adequar a essa nova realidade, tornando talvez o engenheiro generalista mais adequado que o especialista. Essa dúvida recai sobre os projetos pedagógicos e estruturas curriculares dos cursos de engenharia das universidades brasileiras. Qual será a melhor estratégia para preparar mais adequadamente nos profissionais de engenharia?

Com o advento da indústria 4.0 espera-se que os profissionais tenham a capacidade e competência de englobar diversas tecnologias que auxiliam na automação e digitalização de

processos com um maior controle aos mecanismos de manufatura. Pois é dessa capacidade que será possível o surgimento de fábricas mais inteligentes que podem contribuir para modelos produtivos mais eficientes, autônomos e customizáveis (BRETTEL et al., 2014).

4 PROPOSTA CURRICULAR

A proposta curricular visa primeiramente unificar os ciclos básicos dos cursos de engenharia civil, mecânica, elétrica e computação, com ênfase em conhecimentos aplicados a indústria 4.0. Os núcleos de conteúdos profissionais e conteúdos específicos de cada engenharia permanecem com suas especificidades de conhecimentos, mas incluem disciplinas que antes não eram consideradas fundamentais para a preparação do engenheiro para o mercado de trabalho, como por exemplo, introdução ao BIM, que está incluso nas grades curriculares de todas as engenharias consideradas neste estudo. Além disso, houve o cuidado de que as grades curriculares atendessem em sua totalidade as resoluções e normativas do CNE (DNC nº 2/2019 e Recomendação nº 5/2016), do CONFEA (Res. nº 380/1993 e Resolução nº 218/73) e as Portarias do INEP nº 484/2017 (Engenharia da Computação), nº 490/2017 (Engenharia Mecânica), nº 485/2017 (Engenharia Civil) e nº 488/2017 (Engenharia Elétrica).

Os conteúdos básicos propostos na estrutura curricular Figura 1 mostra disciplinas que possibilitam sob a mesma base comum termos os cursos diversos de Engenharia. Disciplinas como Algoritmo e Linguagem de Programação e Programação Orientada a Objeto, propõem o conhecimento na engenharia das ferramentas de desenvolvimento de programas de computador e aplicativo para dispositivos móveis. Além de dos tópicos propostos no Art. 9º § 1º da DCN nº 2/2019-CNE/ CES propomos mecânica dos solos e Fundações, inteligência artificial e robótica, já pensando no Engenheiro para 2030, dentro da premissa que a universidade deve ser instituição de vanguarda, sendo pois o celeiro de inovação da sociedade.

A inteligência Artificial e Robótica propõe pensar o futuro que os Engenheiros começarão a se deparar nos próximos 20 anos, com a invasão dos robôs e automação inteligente na indústria, inclusive na indústria da Construção Civil, onde já temos Robôs e Impressoras 3D que propiciam agilidade e segurança nas obras.

Nessa proposta procurou-se cobrir as lacunas, que aparecem normalmente nos cursos de engenharia. Um exemplo interessante que observamos é o da disciplina de Noções de Mecânica dos Solos e Fundações, que é normalmente ofertada para o curso de engenharia civil. Entretanto, esse conhecimento é notoriamente necessário em outras formações.

Podemos exemplificar a importância do conhecimento de Mecânica dos Solos e Fundações na engenharia elétrica como necessário para os trabalhos de engastamento nas redes de distribuição de energia elétrica tanto urbanas quanto rurais. O mesmo conhecimento também é relevante no trabalho de implantações da estrutura de internet via rádio realizado por um engenheiro de computação ou no trabalho com estruturas metálicas por um engenheiro mecânico. Esse tipo de conhecimento com aplicação nas diversas áreas das engenharias e que não é devidamente encaixado nas grades curriculares, a flexibilidade de uma estrutura comum propiciar melhor compartilhamento dos recursos tanto humanos (professores, técnicos adm, etc.) quanto laboratórios e a inovação propondo construções inteligentes na engenharia civil e fábricas inteligentes na Engenharia de Mecânica, foi os grandes resultados conquistados com a integralização das propostas curriculares apresentadas nesse trabalho.

4.1 Proposta de Núcleo Comum das Engenharias Civil, Elétrica, Computação e Mecânica

A Figura 1 apresenta a proposta de núcleo comum das quatro engenharias analisadas. Nota-se a preocupação com a inserção de algumas disciplinas que serão diferenciais na formação e na utilização dos conhecimentos adquiridos pelos discentes nos núcleos profissionais e específicos de forma multidisciplinar, tais como:

- **Linguagem de programação, Estrutura de dados Básica, Estrutura de Dados Avançada e Programação Orientada a Objetos:** Essas disciplinas são mais comumente oferecidas nas engenharias elétrica e de computação, mas nem sempre são oferecidas nas engenharias civil e mecânica. Com esses conhecimentos os profissionais de qualquer engenharia estarão habilitados a desenvolver programas que serão a base de soluções tecnológicas em cada uma de suas áreas. Hoje é inconcebível um engenheiro formado em qualquer área das engenharias que não saiba programar.
- **Noções de Mecânica dos Solos e Fundações:** Essa disciplina normalmente oferecida aos engenheiros civis, aparece como comum as demais engenharias, dada a importância já comentada neste trabalho.
- **Princípios de Robótica e Gestão de Projetos:** Disciplinas fundamentais quando se pensa num cenário de engenharia 4.0 para todas as quatro engenharias analisadas neste trabalho.

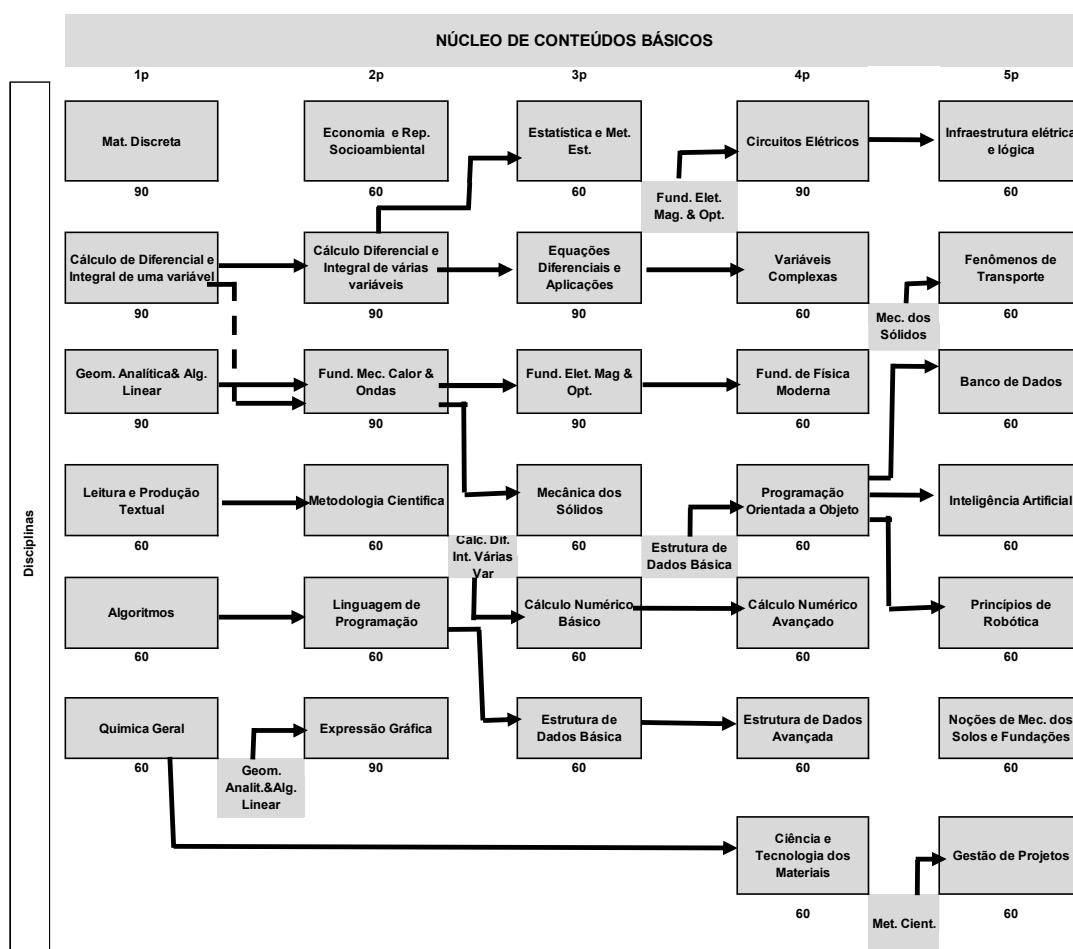


Figura 1. Estrutura Curricular do Núcleo Básico Comum as Engenharias Elétrica, Mecânica de Computação e Civil.

4.2 Proposta de Núcleo Profissional e Específico da Engenharia Elétrica

A Figura 2 apresenta a estrutura curricular dos núcleos de conteúdos profissionais e específicos do Curso de Engenharia Elétrica. A disciplina de Introdução ao BIM aparece como novidade e a de Redes Elétricas Inteligentes apoiada pelo conhecimento do núcleo básico de Inteligência Artificial.

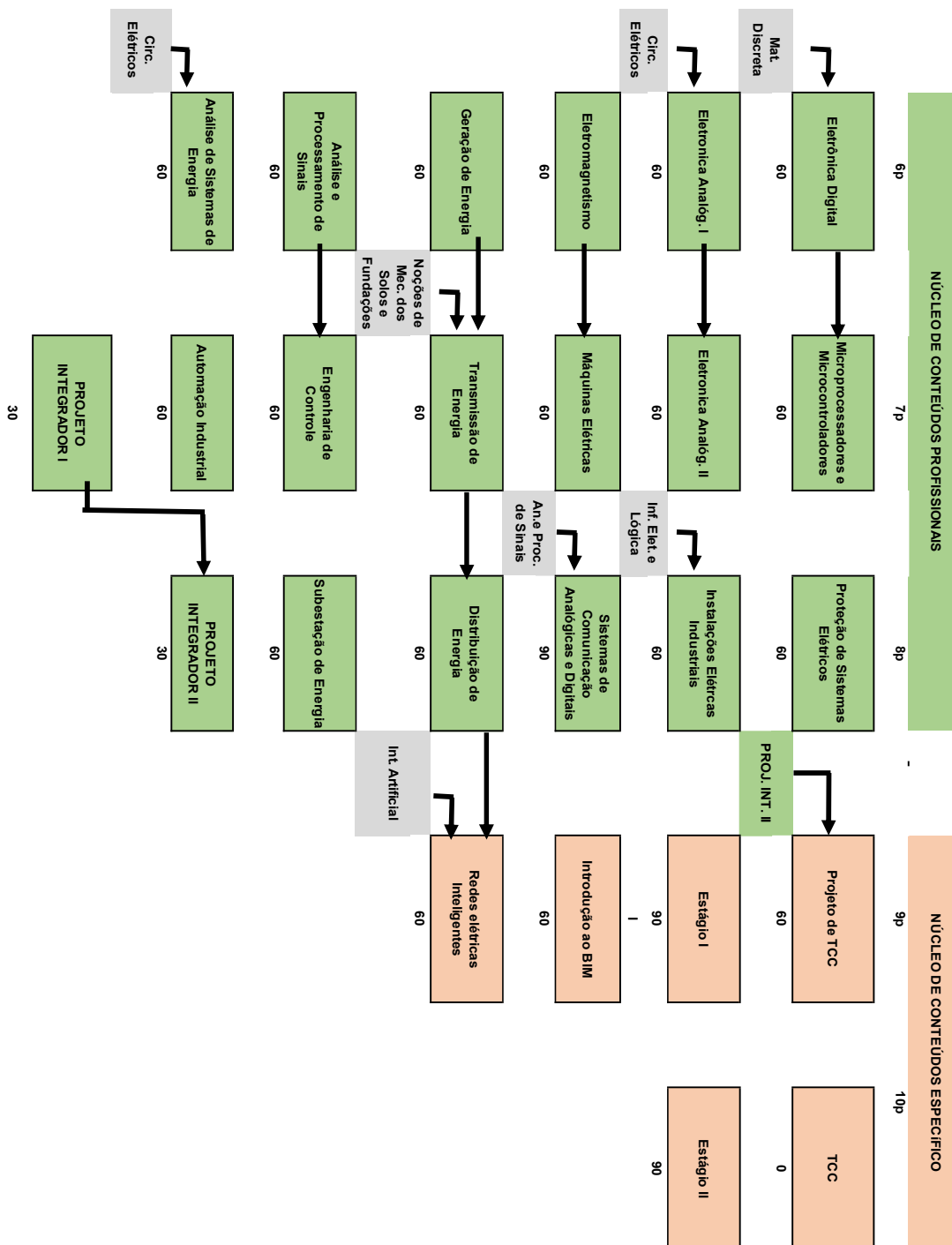


Figura 2. Estrutura Curricular dos Núcleos Profissional e Específico do Curso de Engenharia Elétrica

4.3 Proposta de Nucleo Profissional e Específico da Engenharia Mecânica

A Figura 3 apresenta a estrutura curricular dos núcleos de conteúdos profissionais e específicos do Curso de Engenharia Mecânica. As disciplinas de Introdução ao BIM e Fabricas Inteligentes aparecem como novidade.

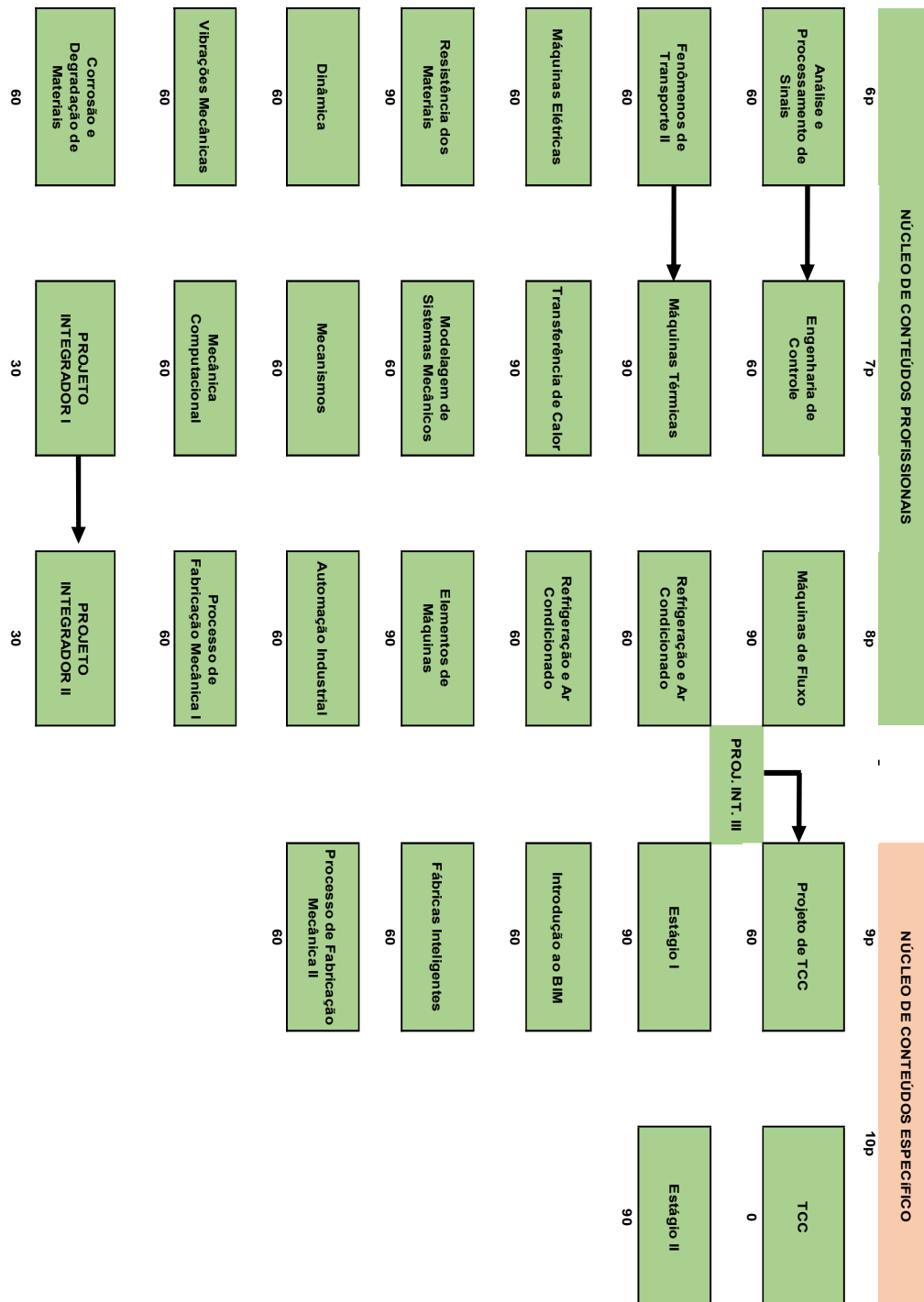


Figura 3. Estrutura Curricular dos Núcleos Profissional e Específico do Curso de Engenharia Mecânica



4.4 Núcleo Profissional e Específico - Engenharia Computação

A Figura 4 apresenta a estrutura curricular dos núcleos de conteúdos profissionais e específicos do Curso de Engenharia de Computação. As disciplinas de Introdução ao BIM e os Projetos Integradores aparecem como novidade.

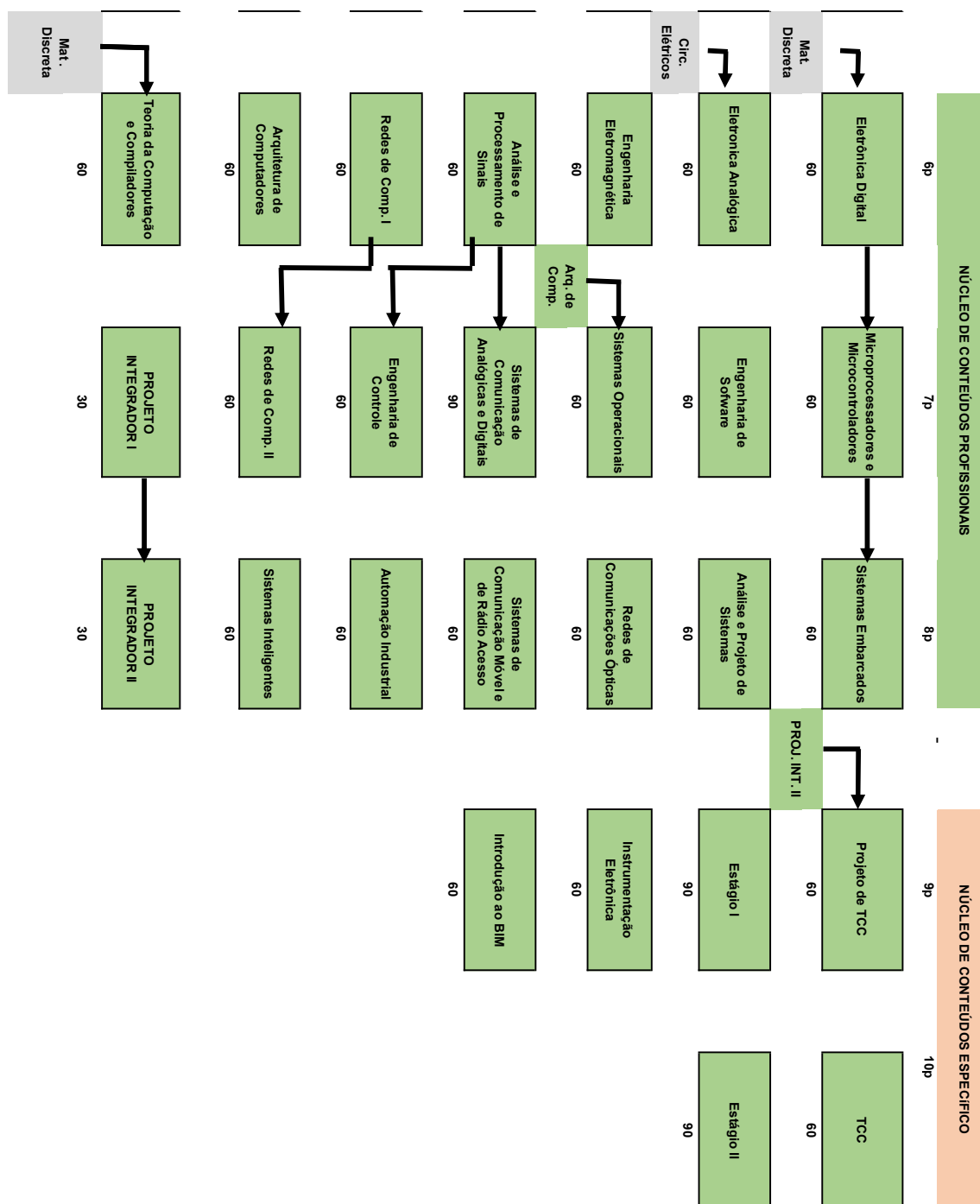


Figura 4. Estrutura Curricular dos Núcleos Profissional e Específico do Curso de Engenharia Mecânica

4.5 Nucleo Profissional e Específico - Engenharia Civil

A Figura 5 apresenta a estrutura curricular dos núcleos de conteúdos profissionais e específicos do Curso de Engenharia Civil.

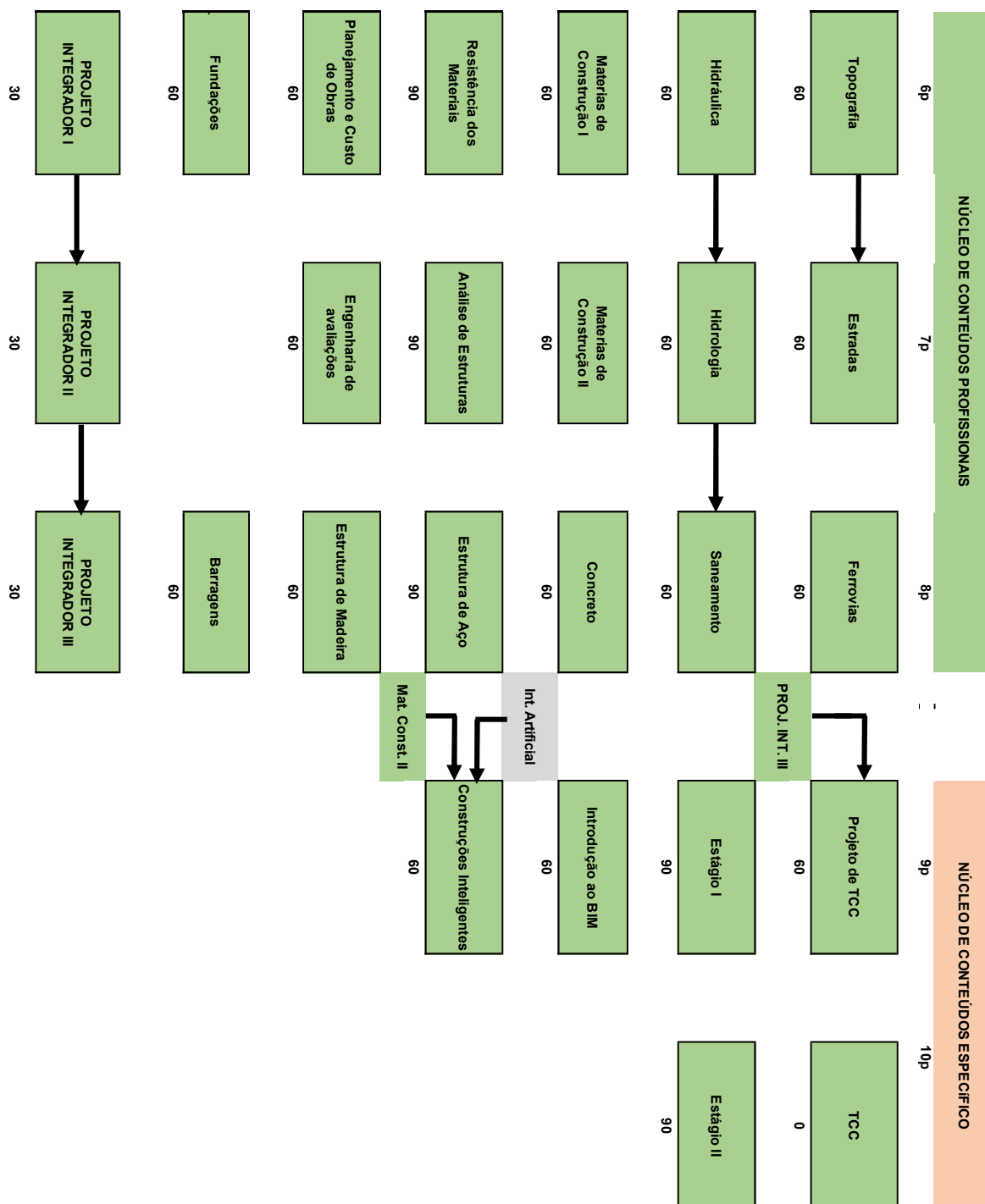


Figura 5. Estrutura Curricular dos Núcleos Profissional e Específico do Curso de Engenharia Mecânica

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A concepção deste estudo foi a elaboração de quatro distintos projetos pedagógicos para diferentes áreas das engenharias, mas que podem e devem ser mais integradas, pois os profissionais de engenharia hoje precisa estar mais capacitado no sentido generalista. Um bom exemplo disso seria a capacitação em Robótica e IoT para um profissional de engenharia Civil ser capaz de implantar o conceito de *Smart Buildings* em seus projetos. Entretanto o engenheiro civil formado atualmente não tem essa habilitação.

Foi proposto uma integração dos quatro projetos pedagógicos e foi debatido os seus reflexos na formação profissional de seus discentes.

É importante ressaltar a inclusão de disciplinas de projetos integradores para a consolidação do conhecimento multidisciplinar aplicado durante o andamento do curso, que permite inclusive que novas ideias de soluções sejam testadas e nos casos de maior sucesso, podem vir a gerar registros de software e pedidos de patentes ao final do curso.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de graduação na área da Computação**. Parecer CNE/CES nº 136/2012, homologação publicado no DOU 28/10/2016. Resolução CNE/CES 5/2016, publicada no DOU 17/11/2016, Seção 1, págs. 22-24.

BRETTEL, M. et al. How Virtualization, Decentralization and Network Building Change the Manufacturing Landscape: An Industry 4.0 Perspective. **International Journal of Mechanical, Aerospace, Industrial, Mechatronic and Manufacturing Engineering**, v. 8, n. 1, p. 37-44, Novembro 2014

BRASIL. Ministério da Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais para o curso de graduação em engenharia**. Parecer CNE/CES nº 1/2019, homologação publicado no DOU de 23/04/2019. Resolução CNE/CP 2/2019, publicada no DOU nº 80, 26/04/2019, Seção 1, p. 43.

BRASIL. INEP. **Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas educacionais Anísio Teixeira**. Portaria MEC nº 484, de 06/06/2017 resultante da homologação do parecer CNE/PC nº 103, de 09/02/2017 DOU nº 109, 08.06.2017, Seção 1, p.31

CONFEEA. Resolução nº 218, 29 de Junho de 1973. **Regulamenta atribuições provisórias dos Engenheiros de Computação ou Engenheiros Eletricistas com ênfase em Computação inseridos no sistema Cofea/Crea**. Disponível em: <<http://www.normativos.confear.org.br/downloads/0380-93.pdf>> Acesso em: 11/02/2019.

CONFEEA. Resolução nº 380, 17 de Dezembro de 1993. **Regulamenta atribuições das diferentes modalidades profissionais da Engenharia, Arquitetura e Agronomia inseridos no sistema Cofea/Crea**. Disponível em: <<http://www.normativos.confear.org.br/ementas/visualiza.asp?idEmenta=266>> Acesso em: 10/03/2019.

INSTRUCTIONS FOR PREPARATION AND SUBMISSION OF WORKS TO THE SCIENTIFIC COMMITTEE OF XLVI BRAZILIAN CONGRESS OF ENGINEERING EDUCATION

Abstract: *This article presents a proposal of curricular structure to be implemented in the pedagogical project of Civil Engineering, Mechanics, Electrical and Computing. The proposal aims to improve the integration of the basic cycle of these four areas of engineering while aiming the training of students in integrated technologies aimed at the development of industry 4.0 in Brazil. The results obtained by the course of Computer Engineering of the State University of Maranhão will be presented after the implementation of an innovative Course Pedagogical Project where the IT, Telecommunications and Control and Automation areas were integrated, enabling the students in the technological convergence that has been the basis of industry 4.0.*

In this sense, the current scenario of industry 4.0 in Brazil and the world, the main institutions responsible for research in this area and the national and international labor market were taken as parameters.

Several pedagogical currents have been studied to support the elaboration of the proposal of the didactic-pedagogical organization and the pedagogical political project. The conception of integrating the basic cycle of the studied engineering, has the objective of forming an engineer with solid multidisciplinary formation in each area of the engineering. It is believed that the implementation of these pedagogical projects integrated in the aforementioned undergraduate courses will contribute to the strengthening of a market in the process of consolidation in the world, due to its rapid evolution, bringing great professional and academic opportunities for the students and professors of the State University of Maranhão.

Key-words: *Pedagogical Course Project. Industry 4.0. Teaching in Engineering.*