

COMPARAÇÃO ENTRE GRADES CURRICULARES DOS CURSOS DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DE UMA UNIVERSIDADE BRASILEIRA E OUTRA NORTE-AMERICANA

COMPARISON BETWEEN INDUSTRIAL ENGINEERING CURRICULUMS OF A BRAZILIAN AND NORTH AMERICAN UNIVERSITY

Aluno: Evandro da Silva Palma; ra77227@uem.br

Orientador: Prof. Dr. Manoel Francisco Carreira; mfcarreira@uem.br

Resumo

Este estudo teve como objetivo comparar e analisar similaridades e diferenças entre as grades curriculares dos cursos de graduação em Engenharia de Produção de uma universidade brasileira e outra norte-americana. Pôde-se constatar que a primeira instituição oferece uma formação mais 'horizontal', isto é, o engenheiro de produção adquire conhecimentos básicos de diversas áreas, por outro lado, o engenheiro de produção formado pela universidade norte-americana vivencia um processo de aprendizagem mais 'vertical', ou seja, possui uma formação mais aprofundada em áreas chaves de sua escolha. Além disso, observou-se que o currículo brasileiro possui uma carga horária total 125% superior à da instituição norte-americana. Outro resultado deste estudo foi a constatação de que o engenheiro de produção brasileiro possui um desequilíbrio entre formação prática e teórica (4,4% e 95,6% respectivamente), diferentemente do observado na IES estadunidense: 50,3% de formação prática e 49,7% de formação teórica. Por fim, foram propostas sugestões de readequação da grade curricular do curso de engenharia de produção brasileiro em estudo.

Palavras-chave: *educação; engenharia; grade curricular; Brasil; Estados Unidos.*

Abstract

This study aimed to compare and analyze similarities and differences between industrial engineering undergraduate curriculums of a Brazilian and North American university. It could be seen that the first institution offers a more 'horizontal' education, in other words, the Brazilian industrial engineer acquires basic knowledge of several areas. On the other hand, the North American industrial engineer experiences a more 'vertical' learning process, that is, he or she has more in-depth training in key areas of his or her choice. In addition, it was observed that the Brazilian curriculum has a total course load 125% higher than the North American institution. Furthermore, Brazilian production engineers have an imbalance between practical and theoretical education (4.4% and 95.6% respectively). This is different from what was observed in the American HEI: 50.3% of practical training and 49.7% of theoretical education. Finally, some curriculum readjustment suggestions were proposed for the Brazilian production engineering course under study.

Key-words: *education; engineering; curriculum; Brazil; United States.*

1. Introdução

A Primeira Revolução Industrial (Indústria 1.0), que ocorreu entre a transição do século XVIII para o XIX, compreendeu o uso da potência hidráulica e das máquinas a vapor para movimentar as operações das fábricas. Em seguida, durante a Segunda Revolução Industrial (Indústria 2.0), que aconteceu entre os séculos XIX e XX, houve o surgimento da eletricidade, da produção em massa e uma intensa divisão do trabalho. A Indústria 3.0, ou Terceira Revolução Industrial, que se consolidou entre os anos 1960 e 1990, teve como marco o uso da eletrônica, das tecnologias de informação e automação. Neste século, grande parte dos economistas acredita que o mundo está entrando em sua Quarta Revolução Industrial (também conhecida como Indústria 4.0) que pode ser caracterizada como o uso de sistemas físico-cibernéticos, isto é, a interação entre pessoas e objetos virtuais por meio de redes de informação (internet das coisas, impressão 3D, inteligência artificial, bioengenharia, computação nas nuvens, etc.), nanotecnologia como também o surgimento de materiais mais eficientes e inteligentes (DEVEZAS, LEITÃO e SARYGULOV, 2017).

Diante deste novo contexto de transformação da indústria, as escolas, faculdades, institutos de tecnologia e universidades terão o grande desafio de adaptarem sua infraestrutura e metodologias de ensino e avaliação para melhor preparem os cidadãos perante os rápidos avanços do mercado e da manufatura de alta tecnologia. Especialmente os profissionais de engenharia, que diariamente lidam com os crescentes desafios e concorrência da indústria, necessitarão de uma ampla capacitação e qualificação em seus currículos para que assim possam promover o desenvolvimento da Indústria 4.0 no Brasil e no mundo.

Segundo Batalha (2013), a Engenharia de Produção, também conhecida como *Industrial Engineering* (ou Engenharia Industrial) pelos norte-americanos, surgiu há mais 100 anos, ao final do século XIX e início do século XX, sendo Frederick Winslow Taylor e Henry Ford os principais precursores desta engenharia. Taylor é reconhecido pela publicação, em 1911, do livro *Administração Científica*, que abordou o estudo de tempos e métodos. Henry Ford foi quem deu início a produção em massa de automóveis em grande volume e baixo custo.

O Engenheiro de Produção, importante engrenagem de integração de pessoas, informações, máquinas e equipamentos na indústria, será peça-chave do desenvolvimento desta nova revolução. Dessa forma, é importante que as universidades brasileiras já comecem a avaliar seus atuais currículos de engenharia e busquem referenciais na educação de nível

superior para que estas possam se enquadrar e preparar seus professores e alunos diante deste novo cenário.

Este estudo tem como propósito identificar e comparar similaridades e diferenças, como também vantagens e desvantagens, entre as grades curriculares de dois cursos de Engenharia de Produção: o primeiro, lotado no Departamento de Engenharia de Produção (DEP) da Universidade Estadual de Maringá (UEM). O segundo, lotado no Departamento de *Industrial & Systems Engineering* (Engenharia Industrial e de Sistemas) no Instituto de Tecnologia de Rochester – RIT (Rochester, NY – EUA).

Diante deste novo cenário de transição da Indústria 3.0 para a 4.0, faz-se necessário avaliar o conjunto de competências e habilidades que o atual Engenheiro de Produção brasileiro possui em sua formação e compará-las com o conjunto de competências de um Engenheiro de Produção formado por outros países, mas no caso em questão, os EUA, uma vez que esta nação se destaca na educação de nível superior, além de estarem posicionados como um dos países mais competitivos do mundo em relação a sua capacidade de manufatura.

Além disso, a escolha da universidade norte-americana também é sustentada pelo fato de o autor ter vivenciado, durante dois semestres acadêmicos, o processo de ensino e avaliação americano *in loco*. Por fim, estas comparações serão utilizadas para o desenvolvimento de sugestões de melhorias para o curso de Engenharia de Produção na UEM com base nos pontos fortes ou vantagens identificadas entre as grades curriculares dos dois cursos.

2. Fundamentação teórica

2.1 História e ensino da engenharia

O surgimento dos primeiros vestígios da engenharia (ou engenharia antiga) aconteceu há milhões de anos quando o homem fabricava e manipulava ferramentas bastante rudimentares necessárias à sua sobrevivência, tais como braços de alavanca (importantes para a movimentação de cargas) e quando também passou a dominar o fogo e a domesticação de animais. Esses períodos referem-se as idades da pedra lascada e polida. Em seguida, durante a idade do bronze, o conhecimento e utilização de metais, tais como o cobre e o estanho, foram essenciais para a fabricação de ferramentas mais robustas que auxiliavam nas atividades de caça e pesca. Outros marcos importantes desta era foram o surgimento da roda, a criação de máquinas simples e do papiro para a escrita pelos egípcios (BAZZO e PEREIRA, 2006).

A engenharia moderna pode ser descrita e entendida como uma intensa aplicação de conhecimentos científicos utilizados na solução de problemas. Ela também pode ser caracterizada como uma gradual evolução da engenharia antiga, cuja principal característica foi o empirismo, uma vez que o trabalho era desenvolvido com base na experiência e conhecimento adquirido e reproduzido ao longo das gerações.

Um dos precursores das grandes invenções da engenharia moderna foi Leonardo da Vinci (1452-1519). A roda d'água horizontal, uma de suas inúmeras obras, foi um importante princípio para a construção da turbina hidráulica, das máquinas de escavação, cidades, portos, bestas e máquinas voadoras. Durante os séculos XVI e XVII, surgem os primeiros conhecimentos que deram impulso ao nascimento da ciência moderna, cujos principais atores deste avanço foram: Nicolau Copérnico (1473-1543), Galileu Galilei (1564-1642), Johannes Kepler (1571-1630), René Descartes (1596-1650), Isaac Newton (1643-1727) e Charles Augustin Coulomb (1736-1806).

Bazzo e Pereira (2006) também abordam que o primeiro emprego do termo engenheiro, do latim *ingenium*, que significa engenho ou habilidade - foi utilizado na Itália. Carlos V (1337-1380), da França, oficializou o termo pela primeira vez numa ordem régia e foi no século XVIII que a palavra engenharia passou a ser empregada para identificar aqueles que utilizavam princípios científicos para a solução de problemas. Em 1814, o termo *engenharia* apareceu pela primeira vez na língua portuguesa. O inglês John Smeaton (1724-1792) é conhecido por ser o primeiro cidadão a receber o título de engenheiro, que teria se autointitulado “engenheiro civil”.

Ainda segundo Bazzo e Pereira (2006), a primeira escola dedicada à formação de engenheiros e artilheiros foi criada em Veneza, em 1506, pelo holandês Adrian Willaert (1490-1562). Em 1747, foi fundada na França a primeira escola de engenharia do mundo, a *Ecole des Pontes et Chaussées*. Nos Estados Unidos, as primeiras escolas de engenharia foram a Academia Militar de West Point (1794), oficialmente fundada em 1802, o *Rensselaer Polytechnic Institute* (1824), o *Massachusetts Institute of Technology* - MIT (1865), o *California Institute of Technology* (1919) e o *Carnegie Institute of Technology* (1905).

No Brasil, a primeira escola de engenharia foi a Real Academia de Artilharia, Fortificação e Desenho, na cidade do Rio de Janeiro, criada em 17 de dezembro de 1792. Em 25 de abril de 1874, foi fundada a Escola Politécnica do Rio de Janeiro, sucessora da antiga Escola Central (e também antiga Academia Real Militar). Em 12 de outubro de 1876, criou-se a Escola de Minas de Ouro Preto. Ainda no século XIX, mais cinco escolas de engenharia foram

implantadas: em 1893, a Politécnica de São Paulo; em 1895, a Escola de Engenharia do Recife; em 1896, a Politécnica do *Mackenzie College* e a Escola de Engenharia de Porto Alegre e em 1897, a Politécnica da Bahia (OLIVEIRA, 2008).

Até 1946, existiam 15 instituições de ensino de engenharia e, desde então, muitas outras foram implantadas no país (BAZZO e PEREIRA, 2006).

A Figura 1 ilustra a linha do tempo das primeiras escolas de engenharia no Brasil:

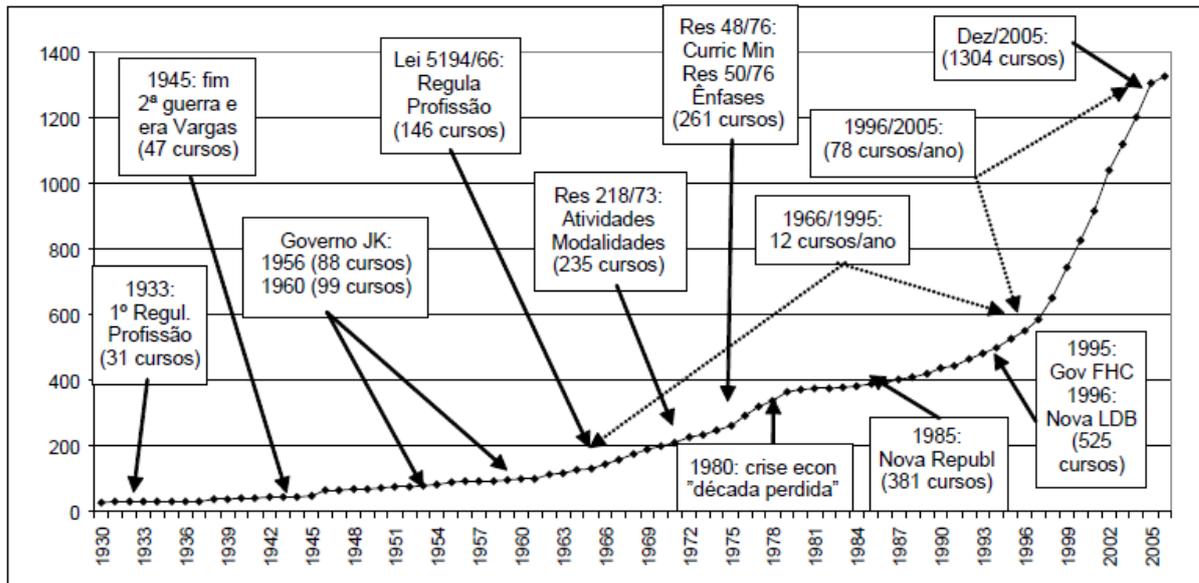
Figura 1 - Linha do tempo das primeiras escolas de engenharia no Brasil

Fund	Local	Denominação	IES atual	Cursos iniciais – (Xa) N° anos
1792	Rio de Janeiro/RJ	Real Academia	UFRJ/IME	Eng Militar e Civil (5a)
1876	Ouro Preto/MG	Escola de Minas	UFOP	Minas (3a)
1893	São Paulo/SP	Escola Politécnica de São Paulo	USP	Civil e Industrial (5a) - Agrônômico e Mecânica (3a) - Agrimensor (2a)
1895	Recife/PE	Escola de Engenharia de Pernambuco	UFPE	Agrimensor (2a) - Civil (5a)
1896	São Paulo/SP	Escola de Engenharia Mackenzie	Mackenzie	Civil (5a)
1896	Porto Alegre/RS	Escola de Engenharia de Porto Alegre	UFRGS	Civil (?)
1897	Salvador/BA	Escola Politécnica da Bahia	UFBA	Geógrafo (4a) - Civil (5a)
1911	B Horizonte/MG	Escola Livre de Engenharia	UFMG	Civil (5a)
1912	Curitiba/PR	Faculdade de Engenharia do Paraná	UFPR	Civil (?)
1912	Recife/PE	Escola Politécnica de Pernambuco	UPE	Civil – Química Industrial (?)
1913	Itajubá/MG	Instituto Eletrotécnico de Itajubá	UNIFEI	Mecânica – Elétrica (3a)
1914	Juiz de Fora/MG	Escola de Engenharia de Juiz de Fora	UFJF	Civil (4a)

Fonte: Adaptado de Oliveira (2008)

Já a Figura 2 apresenta a evolução dos cursos de Engenharia no Brasil desde 1930 até o ano de 2005. O expressivo crescimento do número de cursos no Brasil a partir de 1997 pode ser entendido pela lei nº 9.394 de 20 de dezembro de 1996 que anulou a resolução 48/76, a qual estabelecia um currículo mínimo para os cursos de engenharia. Isto possibilitou uma grande expansão do ensino superior brasileiro e dessa forma, a criação de vários outros cursos de engenharia (OLIVEIRA, 2008).

Figura 2 - Evolução histórica dos cursos de engenharia no Brasil



Fonte: Adaptado de Oliveira (2008)

Atualmente, os cursos de engenharia são estruturados e planejados com o propósito de formar cidadãos com competências e habilidades direcionadas a uma determinada área de atuação. Os conteúdos gerais de um curso de graduação em engenharia geralmente são organizados em 4 núcleos: básico, profissionalizante, específico e complementar.

As matérias de formação básica são aquelas comuns em todos os cursos de engenharia, são ministradas nos primeiros anos da graduação e fornecem conhecimentos básicos em disciplinas como matemática, química, física, desenho, resistência dos materiais, entre outros, que são essenciais para uma fundamentação teórica para os estudos dos próximos períodos (BAZZO e PEREIRA, 2006).

Os núcleos profissionalizantes e específicos abordam conteúdos mais restritos a área de atuação do engenheiro. Essas disciplinas fornecem conhecimentos científicos, tecnológicos e instrumentais primordiais para a uma formação técnica, científica e profissional de cada modalidade (BAZZO e PEREIRA, 2006).

Por fim, as matérias do ciclo complementar têm como propósito capacitar os engenheiros sobre assuntos mais amplos e que são cruciais para a compreensão da dinâmica do mercado e da sociedade. Contemplam disciplinas de ciências humanas e de ciências sociais em conjunto com matérias como economia, administração, contabilidade, ciências do ambiente, entre outros (BAZZO e PEREIRA, 2006).

2.2 Engenharia de produção nos EUA

O primeiro curso de Engenharia de Produção (*Industrial Engineering*) dos Estados Unidos e do mundo está lotado no *Harold and Inge Marcus Department of Industrial and Manufacturing Engineering* (IME) na Universidade Estadual da Pensilvânia (*Pennsylvania State University*). Em 1908, o programa de Engenharia Industrial da *Penn State* foi criado por Hugo Diemer, um pioneiro na área. Diemer foi quem inventou o termo *Industrial Engineering* para descrever a fusão entre as disciplinas de engenharia e negócios. Em 1908, Diemer foi nomeado como o primeiro chefe do departamento de Engenharia Industrial da *Penn State* (PENN STATE, 2017).

De acordo com a ABET (*Accreditation Board for Engineering and Technology*; 2017), organização não governamental sem fins lucrativos que certifica programas de ensino superior em ciências aplicadas, computação, engenharia e tecnologia, hoje há 105 programas de graduação em *Industrial Engineering* nos Estados Unidos.

O Instituto de Engenheiros de Produção dos EUA (*Institute of Industrial and Systems Engineers – IISE*; 2017), a maior sociedade profissional de Engenharia Industrial do mundo, define a Engenharia Industrial e de Sistemas como:

“Engenharia Industrial e de Sistemas está preocupada com a concepção, melhoria e instalação de sistemas integrados de pessoas, materiais, informações, equipamentos e energia. Baseia-se em conhecimentos especializados e habilidades nas ciências matemáticas, físicas e sociais, juntamente com os princípios e métodos de análise de engenharia e design, para especificar, prever e avaliar os resultados a serem obtidos a partir desses sistemas” (Definição Oficial pelo IISE).

Em relação as 100 melhores universidades de Engenharia e Tecnologia do Mundo, que inclui também a Engenharia Industrial, o ranking da *Times Higher Education* 2015-2016 mostra os EUA com 31 universidades no “top 100”, tendo 6 entre as 10 melhores universidades do mundo.

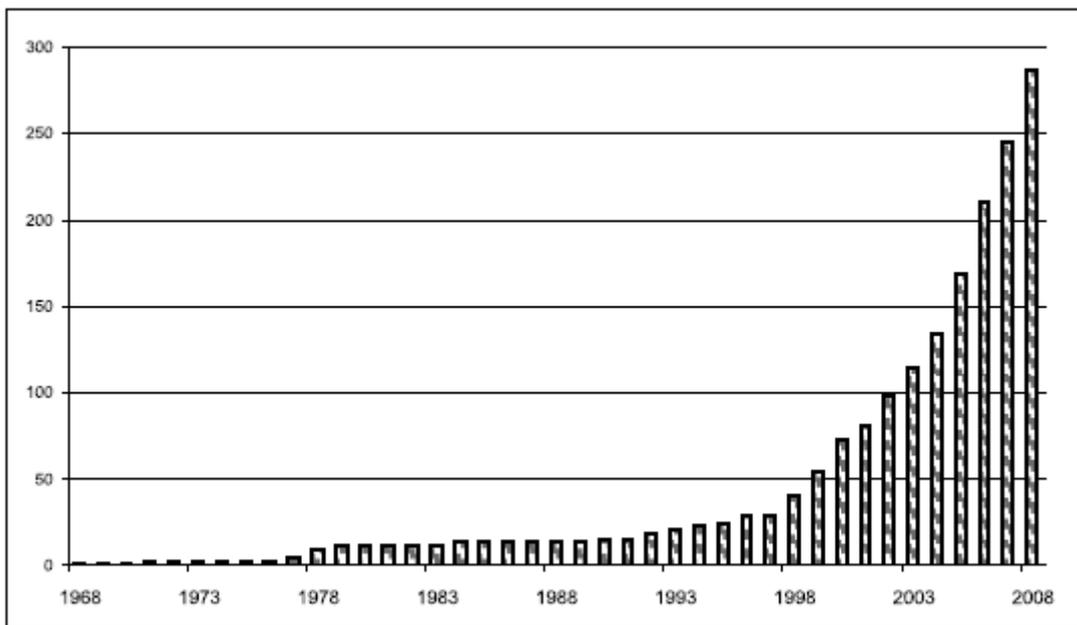
2.3 Engenharia de produção no Brasil

Segundo a Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO; 2017), o início da Engenharia de Produção no Brasil aconteceu em 1955, quando o curso de Engenharia Mecânica da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (Poli/USP) criou a disciplina Engenharia de Produção em sua grade curricular.

Em 1957, a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) implantou os conteúdos de Engenharia de Produção no curso de pós-graduação em Engenharia Econômica. Três anos mais tarde, a Poli/USP formava a primeira turma de Engenheiros de Produção como opção da Engenharia Mecânica. “Em 27 de novembro de 1970, a Congregação da Escola Politécnica da USP aprovou a criação de uma graduação autônoma em Engenharia de Produção”. “Em agosto de 1976, o decreto nº 78.319 concedeu reconhecimento ao curso de Engenharia de Produção da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo” (POLI/USP, 2017), sendo, portanto, o primeiro curso de Engenharia de Produção plena do país.

Bittencourt, Viali e Beltrame (2010) apontam que até a metade da década de 90, existiam apenas 5 cursos de graduação em Engenharia de Produção plena no país. Desses 5 cursos, 4 eram ofertados pelo estado do Rio de Janeiro e 1 pelo estado de São Paulo. A partir de 1998, houve um crescimento vertiginoso dos cursos de EP no Brasil, como mostra a Figura 3:

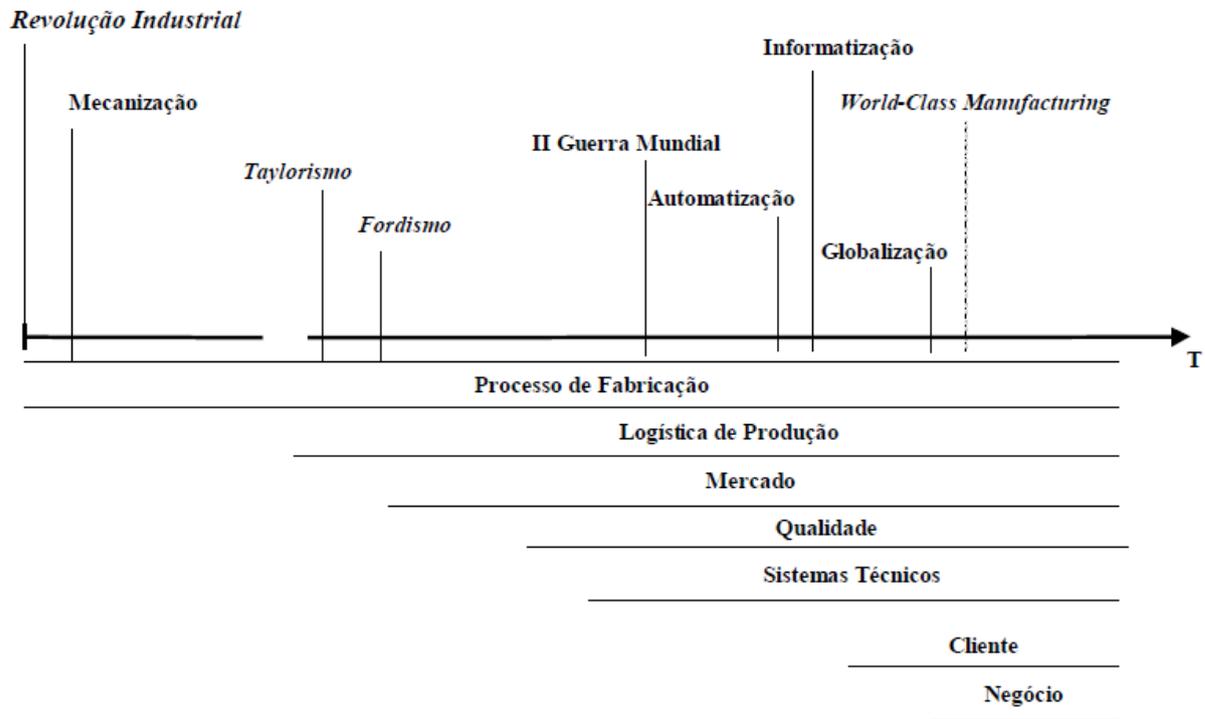
Figura 3 - Evolução do número de cursos de engenharia de produção no Brasil



Fonte: Adaptado de Bittencourt, Viali e Beltrame (2010)

Na concepção de Oliveira (2005), o que explica o alto crescimento dos cursos de Engenharia de Produção no Brasil é a própria evolução do mundo industrial, ou seja, a Engenharia de Produção é a engenharia que melhor atende às necessidades das organizações quanto as funções clássicas de mercado, finanças, pessoas e produção, ao mesmo tempo que as integram com conhecimentos tecnológicos e sistêmicos. Este panorama das mudanças na produção é bem representado pela Figura 4, proposta por Cunha (2002):

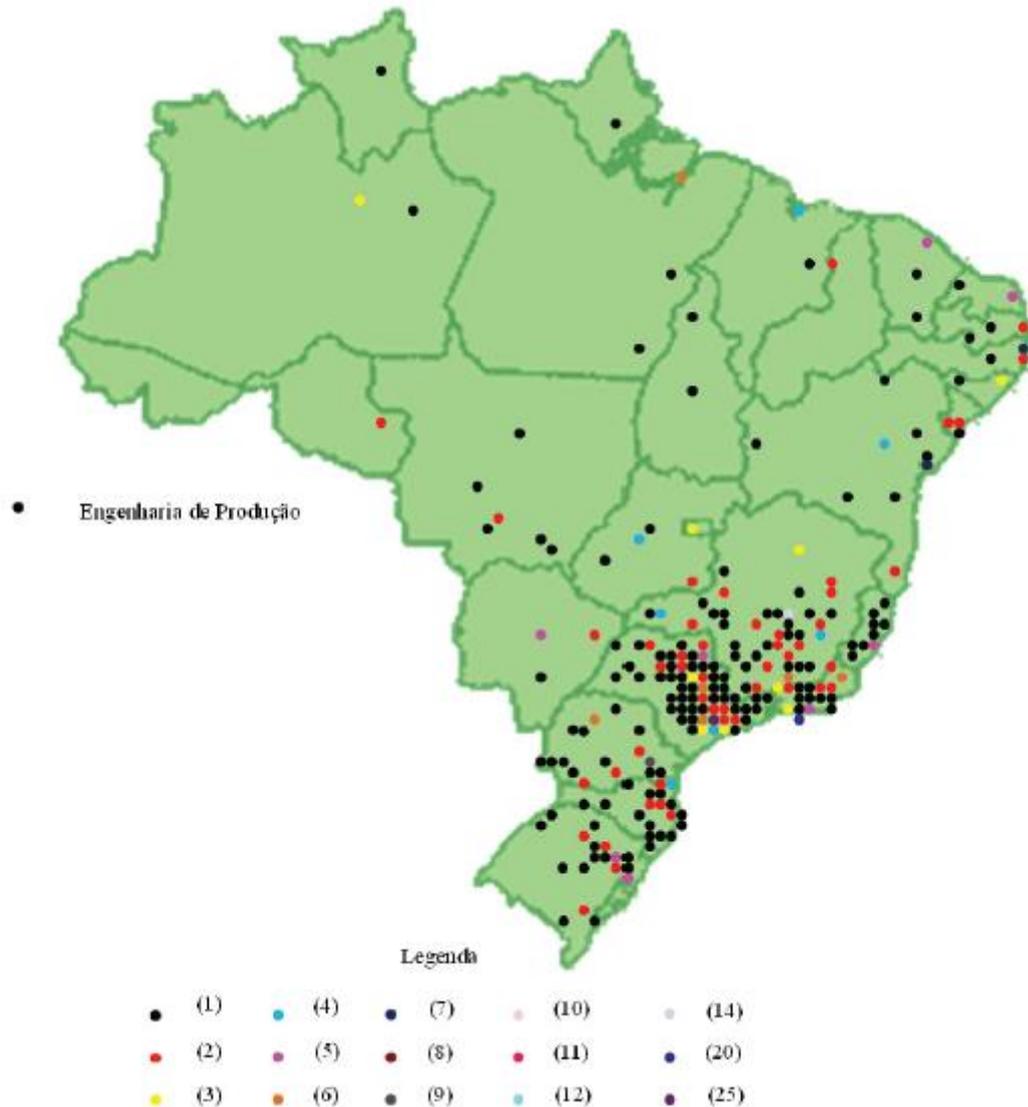
Figura 4 - Contexto histórico da evolução da produção



Fonte: Adaptado de Cunha (2002)

No mapeamento de cursos de graduação em Engenharia de Produção realizado por Sturm et al. (2015), constatou-se a existência de 531 cursos de graduação em Engenharia de Produção no Brasil, dos quais 17 encontravam-se em fase de desligamento. Dos 514 cursos em vigor, 457 (88,91%) eram de Engenharia de Produção plena e 57 (11,09%) com ênfase. A Figura 5 mostra o mapeamento dos cursos de EP no território brasileiro:

Figura 5 - Distribuição dos cursos de engenharia de produção no Brasil



Fonte: Adaptado de Sturm et al. (2015)

Cada ponto e sua respectiva cor representa a quantidade de cursos na zona em questão. Nota-se uma grande concentração dos cursos de EP na região sudeste, principalmente nos estados de São Paulo (114), Minas Gerais (79) e Rio de Janeiro (51). As regiões menos desenvolvidas e menos populosas (Centro-Oeste, Norte e Nordeste) ofertam menos vagas do curso.

Atualmente, esta modalidade de engenharia abrange 10 grandes áreas definidas pela ABEPRO: Engenharia de Operações e Processos da Produção, Logística, Pesquisa Operacional, Engenharia da Qualidade, Engenharia do Produto, Engenharia Organizacional, Engenharia Econômica, Engenharia do Trabalho, Engenharia da Sustentabilidade e Educação em Engenharia de Produção.

3. Metodologia de pesquisa

Para Silva e Menezes (2005), existem várias formas de classificar as pesquisas, as mais clássicas são: quanto a natureza da pesquisa, sua abordagem, seus objetivos e procedimentos técnicos.

Quanto à natureza da pesquisa, ela pode ser do tipo básica ou aplicada. A pesquisa básica visa gerar conhecimentos úteis para o avanço da ciência e envolve verdades e interesses universais.

Já a pesquisa aplicada tem como objetivo gerar conhecimentos para aplicação prática e é dirigida à solução de problemas específicos, envolvendo, portanto, verdades e interesses locais. Este estudo é caracterizado como uma pesquisa aplicada, uma vez que foi realizada uma pesquisa em um escopo limitado, neste caso, a Engenharia de Produção.

Quanto à abordagem, a pesquisa pode ser classificada como qualitativa, ou seja, uma relação dinâmica entre o mundo real e o subjetivo que não pode ser traduzido em números. O estudo é realizado através de análises e interpretações, o que não exige a aplicação de ferramentas estatísticas. Os processos e os seus significados são os focos principais. Ou quantitativa, quando “considera que tudo pode ser quantificável, o que significa traduzir em números opiniões e informações para classificá-las e analisá-las. Requer o uso de recursos e de técnicas estatísticas” (SILVA e MENEZES, 2005, p. 20). Este estudo terá abordagem mista, pois abordará aspectos qualitativos, através de comparações por meios de quadros e tabelas, como também quantitativa, já que envolverá a análise de dados estatísticos.

Do ponto de vista dos objetivos, a pesquisa pode ser descritiva, isto é, descreve as características dos processos e as relações entre as suas variáveis, envolvendo técnicas de coleta de dados, como é o caso deste estudo. Pode ser também do tipo Exploratória, quando “visa proporcionar maior familiaridade com o problema com vistas a torná-lo explícito ou a construir hipóteses, assumindo, em geral, as formas de Pesquisas Bibliográficas e Estudos de Caso” (SILVA e MENEZES, 2005, p. 21). Por fim, pode ser também do tipo Explicativa, “visando identificar os fatores que determinam ou contribuem para a ocorrência dos fenômenos, aprofunda o conhecimento da realidade porque explica a razão, o “porquê” das coisas” (SILVA e MENEZES, 2005, p. 21).

Finalmente, quanto aos procedimentos técnicos, pode ser do tipo Pesquisa Bibliográfica, Pesquisa Documental, Pesquisa Experimental, Levantamento, Estudo de Caso, Pesquisa *Expost-Facto*, Pesquisa Ação e Pesquisa Participante (GIL, 1991; apud SILVA e MENEZES,

2005). Este estudo é caracterizado como uma pesquisa bibliográfica, pois será elaborado a partir de material já publicado, como livros, artigos de periódicos e material disponibilizado na internet.

Os passos executados para a realização do estudo foram os seguintes:

- 1) Fundamentação teórica dos conceitos relacionados (História e Ensino da Engenharia, Engenharia de Produção no Brasil e nos EUA) em artigos e livros publicados em periódicos nacionais e internacionais, revistas científicas, anais de simpósios e congressos, sites de busca e bibliotecas digitais;
- 2) Entendimento de todo o processo de formação do Engenheiro de Produção diplomado pela UEM fundamentando-se em documentos e informações disponibilizadas no site da universidade e departamento e em outros canais tais como a base de dados da Diretoria de Assuntos Acadêmicos (DAA) e também por meio de entrevistas com o coordenador de curso;
- 3) Entendimento de todo o processo de formação do Engenheiro de Produção diplomado pelo RIT com base em documentos e informações disponibilizadas no site da universidade e do departamento, em documentos arquivados pelo próprio autor e também por coleta de dados com a administração do departamento via e-mail;
- 4) Comparação das formações curriculares de ambos os cursos por meio de quadros, tabelas, diagramas, esquemas e gráficos com auxílio de ferramentas computacionais e estatísticas como o Excel e Word;
- 5) Elaboração de propostas de melhorias para a grade do curso de Engenharia de Produção da UEM com base:
 - a. Nas comparações identificadas entre as grades curriculares, centralizando-se nas vantagens e pontos fortes de ambos os sistemas.

4. Contextualização

Este estudo comparou as grades curriculares dos cursos de Engenharia de Produção da UEM com a do curso de Engenharia Industrial e de Sistemas (EIS) do RIT. Esta comparação foi necessária para analisar a atual situação do curso de Engenharia de Produção da UEM, ou seja, se os componentes curriculares propostos na grade corrente são similares aos da

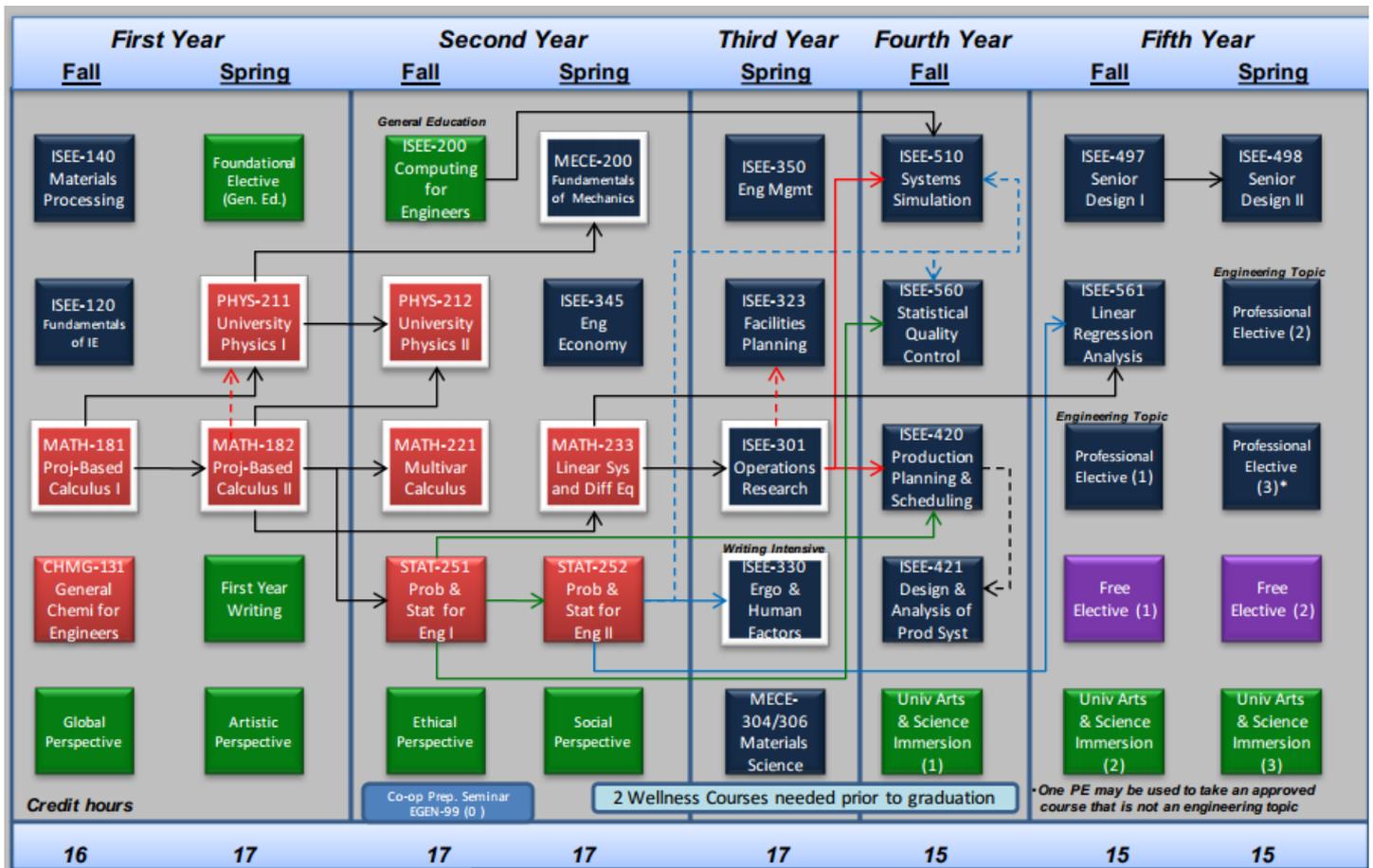
universidade americana, uma vez que os Estados Unidos são referência na Educação de Nível Superior, especialmente nos cursos de engenharia. Dessa forma, esta comparação serviu como parâmetro de identificação do nível de competitividade das competências e habilidades que o Engenheiro de Produção formado pela UEM adquire ao longo da graduação.

Após esta análise, foram propostas recomendações para modificações na grade curricular do curso de Engenharia da Produção com bases nestes resultados.

4.1 Engenharia industrial e de sistemas no RIT

O curso de Engenharia Industrial e de Sistemas no RIT é ofertado pelo *Department of Industrial & Systems Engineering* desde 1975. Possui duração de 5 anos e carga horária total de 129 créditos semestrais. Os alunos estudam em tempo integral e os semestres são organizados por estações de ano: *Fall* (Outono) e *Spring* (Primavera). O ano acadêmico inicia-se no semestre de Outono (mês de agosto). A Figura 6 mostra uma visão geral da grade curricular do curso de EIS do RIT:

Figura 6 - Grade curricular do curso de engenharia industrial e de sistemas do RIT



Fonte: Adaptado de *department of industrial & systems engineering* (RIT)

A Figura 7 ilustra a distribuição dos créditos conforme o ano acadêmico:

Figura 7 - Distribuição dos créditos por período e ano

Year (credits)	Fall Semester	Spring Semester	Summer
1 (33)	Class (16)	Class (17)	Vacation
2 (34)	Class (17)	Class (17)	Vacation
3 (17)	Co-op	Class (17)	Co-op
4 (15)	Class (15)	Co-op	Co-op
5 (30)	Class (15)	Class (15)	
Total Credits: 129			

Fonte: Adaptado de *department of industrial & systems engineering* (RIT)

Obs.: *Co-ops* são estágios estruturados entre empresa e universidade

A Figura 8 mostra a distribuição dos créditos por áreas de formação:

Figura 8 - Distribuição dos créditos por áreas



Fonte: Adaptado de *department of industrial & systems engineering* (RIT)

As disciplinas de *Engineering Topics* são focadas em conteúdo profissionalizante, isto é, são matérias específicas de Engenharia Industrial e de Sistemas propostas pelo IIE – Instituto de Engenharia Industrial e de Sistemas e acreditadas pela ABET – Conselho de Acreditação de Engenharia e Tecnologia.

Os cursos de *Math/Science Topics* são voltados a conteúdo de formação básica de engenharia, como Cálculo, Física, Química e Estatística.

As disciplinas de *Free Electives* são optativas e não necessariamente precisam ser cursadas nos departamentos de engenharias.

Por fim, as matérias de *Other General Education* abordam tópicos de formação geral, como Ética, Artes, Escrita e Fundamentos de Programação.

4.2 Engenharia de produção na UEM

O curso de Engenharia de Produção da UEM (campus sede) surgiu no ano 2000 e atualmente oferta 120 vagas anuais distribuídas em 4 ênfases, cada uma ofertando 30 vagas anuais:

- Engenharia de Produção com ênfase em Agroindústria;
- Engenharia de Produção com ênfase em Construção Civil;
- Engenharia de Produção com ênfase em Confeccção Industrial e
- Engenharia de Produção com ênfase em Software.

Até 2014, os ingressantes do curso estudavam em período noturno e em 2015, o curso passou para o regime integral.

As Figuras 9, 10, 11, 12 e 13 contêm os componentes curriculares ofertados ao longo dos 5 anos da graduação:

Figura 9 - Grade curricular da 1ª. série

SER	DEPTO.	COMPONENTE CURRICULAR	CARGA HORÁRIA						
			SEMANAL				ANUAL	SEMESTRAL	
			TEÓR.	PRÁT.	TEÓR PRÁT.	TOTAL		1º	2º
1ª	DEP	Introdução à Engenharia de Produção	02			02	68		
	DMA	Cálculo Diferencial e Integral I	06			06	204		
	DIN	Fundamentos de Programação			06	06		102	
	DFI	Física Geral I	04			04		68	
	DFI	Física Experimental I		02		02		34	
	DMA	Geometria Analítica	03			03		51	
	DEM	Ciência e Tecnologia dos Materiais	02			02		34	
	DQI	Química Geral e Inorgânica	04			04			68
	DQI	Laboratório de Química Geral e Inorgânica		02		02			34
	DFI	Física Geral II	04			04			68
	DFI	Física Experimental II		02		02			34
	DMA	Álgebra Linear	03			03			51
	DEQ	Fundamentos de Engenharia Ambiental	02			02			34
TOTAL DE COMPONENTES CURRICULARES SEMESTRAIS							272	289	289

Fonte: Adaptado de departamento de engenharia de produção (UEM)

Figura 10 - Grade curricular da 2ª. série

SER	DEPTO.	COMPONENTE CURRICULAR	CARGA HORÁRIA						
			SEMANAL				ANUAL	SEMESTRAL	
			TEÓR	PRÁT.	TEÓR PRÁT.	TOTAL		1°	2°
2ª	DMA	Cálculo Diferencial e Integral II	06			06		102	
	DFI	Física Geral III	04			04		68	
	DFI	Física Experimental III		02		02		34	
	DEC	Desenho Técnico		04		04		68	
	DEP	Organização de Empresas e Estratégia	04			04		68	
	DEQ	Mecânica dos Fluidos I	04			04		68	
	DMA	Cálculo Numérico	04			04			68
	DEC	Mecânica e Resistência dos Materiais	06			06			102
	DIN	Algoritmo e Estrutura de Dados	04			04			68
	DEP	Eletrotécnica	04			04			68
	DEP	Análise de Viabilidade de Empreendimentos	02			02			34
	DES	Estatística	04			04			68
TOTAL DE COMPONENTES CURRICULARES SEMESTRAIS							-	408	340

Fonte: Adaptado de departamento de engenharia de produção (UEM)

Figura 11 - Grade curricular da 3ª. série

SER	DEPTO.	COMPONENTE CURRICULAR	CARGA HORÁRIA						
			SEMANAL				ANUAL	SEMESTRAL	
			TEÓR	PRÁT.	TEÓR PRÁT.	TOTAL		1°	2°
3ª	DEP	Planejamento e Controle da Produção I			04	04		68	
	DEP	Engenharia do Trabalho			04	04		68	
	DEP	Pesquisa Operacional			04	04		68	
	DEP	Engenharia da Qualidade I	04			04		68	
	DEP	Planejamento e Controle da Produção II			04	04			68
	DEQ	Transferência de Calor			04	04			68
	DEP	Meta-Heurísticas Aplicadas à Engenharia de Produção	02			02			34
	DEP	Engenharia da Qualidade II			04	04			68
	DEP	Projeto Integrador I			02	02			34
TOTAL DE COMPONENTES CURRICULARES SEMESTRAIS							-	272	272

Fonte: Adaptado de departamento de engenharia de produção (UEM)

Figura 12 - Grade curricular da 4ª. série

SER	DEPTO.	COMPONENTE CURRICULAR	CARGA HORÁRIA						
			SEMANAL				ANUAL	SEMESTRAL	
			TEÓR	PRÁT.	TEÓR PRÁT.	TOTAL		1º	2º
4ª	DEP	Modelagem e Simulação Dinâmica			02	02		34	
	DEP	Gestão de Projetos			02	02		34	
	DEP	Gestão de Tecnologia da Informação			04	04		68	
	DEP	Custos Industriais			04	04		68	
	DEM	Fundamentos de Engenharia de Processos de Fabricação	02			02		34	
	DEP	Automação Industrial	02			02		34	
	DEP	Simulação de Sistemas de Produção			02	02			34
	DEP	Projetos de Instalações Industriais			04	04			68
	DEP	Engenharia do Produto			04	04			68
	DEP	Logística Integrada			04	04			68
	DEP	Projeto Integrador II			02	02			34
TOTAL DE COMPONENTES CURRICULARES SEMESTRAIS							-	272	272

Fonte: Adaptado de departamento de engenharia de produção (UEM)

Figura 13 - Grade curricular da 5ª. série

SER	DEPTO.	COMPONENTE CURRICULAR	CARGA HORÁRIA						
			SEMANAL				ANUAL	SEMESTRAL	
			TEÓR	PRÁT.	TEÓR PRÁT.	TOTAL		1º	2º
5ª	DEP	Trabalho de Conclusão de Curso			02	02	34		
	DEP	Segurança do Trabalho			04	04		68	
	DPI	Psicologia e Relações de Trabalho	02			02		34	
	DEP	Manutenção Industrial			02	02		34	
	DEP	Engenharia da Sustentabilidade	04			04		68	
	DEP	Organização do Trabalho	02			02		34	
	DEP	Optativa I	04			04			68
	DEP	Optativa II	04			04			68
	DEP	Estágio Curricular Supervisionado			05	05			170
TOTAL DE COMPONENTES CURRICULARES SEMESTRAIS							34	238	306

Fonte: Adaptado de departamento de engenharia de produção (UEM)

A Figura 14 contém a lista de disciplinas optativas que devem ser cursadas pelo acadêmico durante a 5ª. Série:

Figura 14 - Grade curricular das disciplinas optativas

SER	DEPTO.	COMPONENTE CURRICULAR	CARGA HORÁRIA						
			SEMANTAL				ANUAL	SEMESTRAL	
			TEÓR	PRÁT.	TEÓR PRÁT.	TOTAL		1°	2°
5ª	DEP	Confiabilidade e Gerência de Riscos	04			68		68	
	DEP	Empreendedorismo e Gestão de Pequenas Empresas	04			68		68	
	DEP	Engenharia e Gestão do Conhecimento	04			68		68	
	DEP	Gestão Ambiental	04			68		68	
	DEP	Gestão de Operações em Serviços	04			68		68	
	DEP	Gestão por Processo e Desempenho Organizacional	04			68		68	
	DEP	Mineração de Dados	04			68		68	
	DEP	Modelagem e Avaliação de Processos	04			68		68	
	DEP	Produção Mais Limpa e Eco-Eficiência	04			68		68	
	DEP	Simulação Dinâmica de Processos Naturais	04			68		68	

Fonte: Adaptado de departamento de engenharia de produção (UEM)

As Figuras 15, 16, 17 e 18 tratam dos componentes curriculares das respectivas ênfases: Agroindústria, Confeção Industrial, Construção Civil e Software:

Figura 15 - Grade curricular da ênfase de agroindústria

SER	DEPTO.	COMPONENTE CURRICULAR	CARGA HORÁRIA						
			SEMANTAL				ANUAL	SEMESTRAL	
			TEÓR	PRÁT.	TEÓR PRÁT.	TOTAL		1°	2°
3ª	DEQ	Termodinâmica I	04			68		68	
	DQI	Química Orgânica			04	68		68	
	DEQ	Tópicos em Operações Unitárias	04			68		68	
	DEQ	Termodinâmica II	04			68		68	
TOTAL DE COMPONENTES CURRICULARES SEMESTRAIS							-	136	136
4ª	DEQ	Tópicos em Engenharia Bioquímica	04			68		68	
	DEQ	Análise, Simulação e Controle de Processos	04			68		68	
	DEQ	Introdução a Processos Agroindustriais	04			68		68	
	DAG	Fatores de Produção Agroindustrial	04			68		68	
TOTAL DE COMPONENTES CURRICULARES SEMESTRAIS							-	136	136
5ª	DEQ	Projetos de Agroindústria	04			68		68	
	DAG	Tecnologia de Produtos Agropecuários	04			68		68	
TOTAL DE COMPONENTES CURRICULARES SEMESTRAIS							-	136	-

Fonte: Adaptado de departamento de engenharia de produção (UEM)

Figura 16 - Grade curricular da ênfase de confecção industrial

SER	DEPTO.	COMPONENTE CURRICULAR	CARGA HORÁRIA						
			SEMANTAL				ANUAL	SEMESTRAL	
			TEÓR	PRÁT.	TEOR PRÁT.	TOTAL		1°	2°
3ª	DET	Introdução à Confeção Industrial			04	04		68	
	DET	Tecnologia dos Materiais Têxteis			04	04		68	
	DET	Tecnologia de Beneficiamento Têxtil e da Confeção			04	04			68
	DET	Tecnologia da Qualidade Têxtil e da Confeção			04	04			68
TOTAL DE COMPONENTES CURRICULARES SEMESTRAIS							-	136	136
4ª	DET	Tecnologia da Modelagem			04	04		68	
	DET	Tecnologia da Costura			04	04		68	
	DET	Tecnologia do Corte, Montagem e Acabamento			04	04			68
	DET	Projeto de Produto da Confeção			04	04			68
TOTAL DE COMPONENTES CURRICULARES SEMESTRAIS							-	136	136
5ª	DET	Projetos de Instalações de Confeção Industrial	04			04		68	
	DET	Tópicos Especiais da Indústria Têxtil e da Confeção	04			04		68	
TOTAL DE COMPONENTES CURRICULARES SEMESTRAIS							-	136	-

Fonte: Adaptado de departamento de engenharia de produção (UEM)

Figura 17 - Grade curricular da ênfase de construção civil

SER	DEPTO.	COMPONENTE CURRICULAR	CARGA HORÁRIA						
			SEMANTAL				ANUAL	SEMESTRAL	
			TEÓR	PRÁT.	TEOR PRÁT.	TOTAL		1°	2°
3ª	DEC	Topografia			04	04		68	
	DEC	Desenho Arquitetônico		04		04		68	
	DEC	Materiais de Construção Civil			04	04			68
	DEC	Solos, Fundações e Obras em Terra	04			04			68
TOTAL DE COMPONENTES CURRICULARES SEMESTRAIS							-	136	136
4ª	DEC	Sistemas Estruturais	04			04		68	
	DEC	Produção de Edifícios I	04			04		68	
	DEC	Produção de Edifícios II	04			04			68
	DEC	Produção de Edifícios III	04			04			68
TOTAL DE COMPONENTES CURRICULARES SEMESTRAIS							-	136	136
5ª	DEC	Produção de Edifícios IV	04			04		68	
	DEC	Produção de Edifícios V	04			04		68	
TOTAL DE COMPONENTES CURRICULARES SEMESTRAIS							-	136	-

Fonte: Adaptado de departamento de engenharia de produção (UEM)

Figura 18 - Grade curricular da ênfase de software

SER	DEPTO.	COMPONENTE CURRICULAR	CARGA HORÁRIA						
			SEMANTAL				ANUAL	SEMESTRAL	
			TEÓR	PRÁT.	TEOR PRÁT.	TOTAL		1º	2º
3ª	DIN	Programação de Sistemas			04	68		68	
	DIN	Sistemas Operacionais	04			68		68	
	DIN	Arquitetura e Organização de Computadores			04	68			68
	DIN	Banco de Dados	04			68			68
TOTAL DE COMPONENTES CURRICULARES SEMESTRAIS							-	136	136
4ª	DIN	Engenharia de Software I	04			68		68	
	DIN	Redes e Comunicação de Dados	04			68		68	
	DIN	Engenharia de Software II			04	68			68
	DIN	Computação Distribuída	04			68			68
TOTAL DE COMPONENTES CURRICULARES SEMESTRAIS							-	136	136
5ª	DIN	Gerenciamento de Projeto de Software	04			68		68	
	DIN	Qualidade de Software	04			68		68	
TOTAL DE COMPONENTES CURRICULARES SEMESTRAIS							-	136	-

Fonte: Adaptado de departamento de engenharia de produção (UEM)

Por fim, a Figura 19 apresenta o resumo geral do currículo:

Figura 19 - Resumo geral do currículo

DISTRIBUIÇÃO DA CARGA HORÁRIA DOS COMPONENTES CURRICULARES		HORAS
1	DISCIPLINAS DE CONTEÚDO BÁSICO	1.700
2	DISCIPLINAS DE CONTEÚDO ESPECÍFICO	2.312
3	OUTROS	-
4	ATIVIDADES ACADÊMICAS COMPLEMENTARES	310
5	TOTAL DE CARGA HORÁRIA DO CURRÍCULO	4.322

Fonte: Adaptado de departamento de engenharia de produção (UEM)

Os dois primeiros anos são voltados para disciplinas de conteúdo básico, como Cálculo, Física, Química e Estatística. A partir do terceiro ano, as disciplinas de conteúdo profissionalizante, ou seja, as das grandes áreas do curso de Engenharia de Produção são ofertadas entre a 3ª e 5ª Séries, conjuntamente com as disciplinas das ênfases.

Além disso, o estudante deverá completar 310 horas de Atividades Acadêmicas Complementares (conhecidas como AACs) ao longo dos 5 anos. As AACs são uma suplementação da formação acadêmica do aluno e estão relacionadas a atividades como organização e participação de eventos e realização de projetos de pesquisa, ensino e extensão.

5. Engenharia de produção (UEM) vs. engenharia industrial (RIT)

5.1 Processo de seleção

O processo de admissão de um aluno de ensino médio no curso de graduação em ISE no RIT acontece da seguinte forma: o(a) interessado(a) deverá submeter os seguintes documentos:

- a) Histórico Escolar do Ensino Médio;
- b) Notas dos exames nacionais SAT (*Scholastic Aptitude Test*) ou ACT (*American College Testing*), semelhantes ao ENEM no Brasil;
- c) Preenchimento de um formulário com dados pessoais, escolares e profissionais.

Além disso, o aluno deverá escolher três cursos de graduação que tenha interesse em cursar e caso não seja aceito em sua 1^a. opção, este poderá concorrer a sua segunda escolha e por fim optar por cursar a 3^a. opção caso não seja admitido nos dois primeiros cursos de sua preferência.

O Departamento de Engenharia Industrial e de Sistemas do RIT oferece diversas categorias de cursos de graduação em Engenharia Industrial, ou seja, o aluno tem a possibilidade de se especializar em uma área (chamada de *option*), semelhante à ênfase do curso de Engenharia de Produção da UEM. Além disso, o departamento também oferece a oportunidade de o aluno obter um “mini diploma” além do de engenheiro industrial, que são chamados de *minors*. Os *minors* podem ser obtidos por outros departamentos e consistem de uma formação complementar ao do curso de graduação escolhido e podem também atender a uma área de interesse pessoal do aluno.

As especializações em *options* são:

- *Industrial Engineering – Ergonomics & Human Factors Option;*
- *Industrial Engineering – Lean Six Sigma Option;*
- *Industrial Engineering – Supply Chain Management Option;*
- *Industrial Engineering – Manufacturing Option.*

E os *minors* oferecidos pelo Departamento de Engenharia Industrial são:

- *Engineering Management;*
- *Industrial Engineering;*
- *Sustainable Product Development.*

O RIT oferece mais de 100 tipos de *minors* além dos oferecidos pelo curso de Engenharia Industrial e de Sistemas. Caso o aluno não se interesse pelos *options* ou *minors*, este poderá cursar a Engenharia Industrial plena.

Outra opção que o departamento oferece são os *accelerated and dual degree options*, neste caso, os alunos poderão obter os diplomas de graduação e mestrado (MS ou ME) em 5 anos, o qual o mestrado poderá ser cursado em outro departamento, não necessariamente o de Engenharia Industrial. Esta dupla diplomação só é permitida para alunos qualificados, ou seja, os interessados devem satisfazer alguns critérios estabelecidos pelo departamento para ingressarem no programa.

Além do mais, o aluno também poderá obter um MBA combinado com a graduação; nesta situação, o aluno precisará de 1 ano adicional além da graduação para obter os dois diplomas.

O processo de admissão do curso de Engenharia de Produção da UEM acontece por meio do Vestibular ou pelo PAS (Processo de Avaliação Seriada), neste último, o aluno realiza provas durante as 1^{a.}, 2^{a.} e 3^{a.} séries, acumula pontos ao longo desses anos e obtém um score final que define a aprovação ou não no processo seletivo. O Departamento de Engenharia de Produção oferece 4 opções de ênfase: Agroindústria, Confeção Industrial, Construção Civil e Software. No entanto, não existe a possibilidade de se obter um diploma de mestrado ou MBA em menos tempo. O aluno precisa se formar para então ingressar no programa de pós-graduação.

O Quadro 1 elencado abaixo resume as diferenças discutidas nesta seção:

Quadro 1 - Resumo das diferenças no processo de seleção

	Engenharia Industrial (RIT)	Engenharia de Produção (UEM)
Admissão	Exames SAT ou ACT; Histórico Escolar; Formulário com dados pessoais, escolares e profissionais	Vestibular ou PAS
Opções de curso	Até 3	Apenas 1
Número de Vagas	Variável conforme número de candidatos e capacidade do departamento	120 (30 por ênfase)
Especializações	<i>Options</i> ou <i>minors</i>	Ênfase do curso
Pós-graduação	Mestrado (MS ou ME) e MBA concomitantemente com a graduação	Mestrado ou MBA apenas depois de formado
Turno	Integral	Integral

Fonte: Autoria própria (2017)

Percebe-se que uma desvantagem do curso de Engenharia de Produção na UEM é não permitir o aluno cursar uma pós-graduação durante a graduação. Esta possibilidade é bem

interessante para aqueles que já definiram uma área de atuação e que desejam se especializar em um programa mais avançado, como um Mestrado. No entanto, a dupla diplomação de graduação e mestrado parece inviável no contexto atual, já que a carga horária do curso é elevada, o que poderia dificultar o rendimento do aluno.

5.2 Avaliação e comparação dos componentes curriculares

Para fins de comparação entre as grades curriculares dos dois cursos, serão considerados apenas as disciplinas da Engenharia de Produção ou Engenharia Industrial plena.

Diferentemente do curso de Engenharia de Produção da UEM, o curso de Engenharia Industrial do RIT trabalha com o sistema de pré-requisitos, ou seja, algumas matérias-bases devem ser cursadas antes das matérias sucessoras que são aquelas que necessitam dos conhecimentos da matéria-base ou predecessora. Além disso, a carga horária no RIT é computada em créditos-aula enquanto que na UEM em horas-aula. Cada crédito equivale a aproximadamente 15 horas-aula (USC, 2017), ou seja, uma disciplina de 3 créditos-aula terá uma carga horária de aproximadamente 45 horas-aula. E uma disciplina de 4 créditos-aula de aproximadamente 60 horas-aula.

Para o desenvolvimento das comparações entre os dois sistemas, fez-se um agrupamento das disciplinas conforme a seguinte classificação:

Figura 20 - Grupos de disciplinas



Fonte: Adaptado de *department of industrial & systems engineering* (RIT)

Esta classificação foi adaptada da grade curricular do curso de Engenharia Industrial do RIT. As legendas vermelha e azul-claro foram criadas para adequar as disciplinas que não se encaixam nos outros grupos.

A classificação ‘Tópicos em Engenharia’ diz respeito as matérias relacionadas a Engenharia de Produção ou Engenharia Industrial. No Brasil, esta classificação também é conhecida como ‘Profissionalizante’.

‘Matemática e Ciências’ são as disciplinas básicas de exatas, ou seja, todas aquelas que envolvem Cálculo, Física e Química.

‘Eletivas Livres’ são matérias optativas que não necessariamente estão associadas aos campos de exatas e engenharia.

‘Formação Geral’ também são disciplinas básicas, no entanto são voltadas para uma capacitação mais global, e envolvem desde matérias de humanas como também de engenharias ou exatas aplicadas. Alguns exemplos: Psicologia, Ética, Fundamentos de Engenharia Ambiental, Fundamentos de Programação, etc.

A categoria ‘Outras Profissionalizantes’ são disciplinas de Engenharia de Produção ofertadas pela grade do DEP/UEM e que não estão presentes na grade básica do curso de Engenharia Industrial do RIT, como Logística, Automação Industrial, Organização do Trabalho, entre outras.

Por fim, ‘Ênfase’ são todas as matérias das 4 ênfases do curso de Engenharia de Produção da UEM, as quais têm foco nos segmentos de Agroindústria, Confeção Industrial, Construção Civil e Software.

A Tabela 1 abaixo apresenta a relação de disciplinas de *Math and Sciences* entre as duas instituições deste estudo:

Tabela 1 - Relação de disciplinas de matemática e ciências

Engenharia Industrial (RIT)		Engenharia de Produção (UEM)	
Math & Sciences	CH	Matemática & Ciências	CH
Project-Based Calculus I	60	Cálculo Diferencial e Integral I	204
Project-Based Calculus II	60		
Multivariable Calculus	60		
Linear Systems and Differential Equations	60	Cálculo Diferencial e Integral II	102
		Cálculo Numérico	68
		Geometria Analítica	51
		Álgebra Linear	51
Probability & Statistics for Engineers I	45	Estatística	68
Probability & Statistics for Engineers II	45		
University Physics I	60	Física Geral I	68
University Physics II	60	Física Geral II	68
		Física Geral III	68
		Física Experimental I	34
		Física Experimental II	34
		Física Experimental III	34
General Chemistry for Engineers	45	Química Geral e Inorgânica	68
		Laboratório de Química Geral e Inorgânica	34
Total CH	495	Total CH	952

Fonte: Autoria própria (2017)

Como pode-se notar, em termos de carga horária, o curso de EP da UEM apresenta um volume de horas-aula bem elevado em relação ao curso de EI do RIT. Em termos percentuais, isto equivale a 92% a mais de carga horária da instituição norte-americana. É importante ressaltar que essas grandes diferenças de carga horária também serão notadas nas próximas comparações, uma vez que o sistema norte-americano trabalha com grades curriculares básicas mais reduzidas, a duração total de cada hora-aula tende a ser menor que no Brasil, além do fato de que os alunos possuem uma dedicação maior fora da sala de aula, devido ao elevado número de atividades que devem ser desenvolvidas e entregues semanalmente.

A maneira como as disciplinas estão dispostas é para um melhor entendimento de como cada matéria do RIT se equivale as disciplinas da UEM. Esses relacionamentos são aproximações de ementa, mas não necessariamente cada disciplina aborda os mesmos temas. Por exemplo, o curso de EI do RIT não prevê uma disciplina específica de ‘Álgebra Linear’ como na UEM, mas aborda conceitos deste campo na matéria de ‘*Linear Systems and Differential Equations*’. Outro exemplo: a grade do RIT não prevê uma disciplina específica para aulas práticas de ‘Física I (Física Experimental I)’, mas integra a parte experimental com a teoria em um único curso: ‘*University Physics I*’.

A Tabela 2 a seguir apresentação a relação dos cursos profissionalizantes:

Tabela 2 - Relação de disciplinas de tópicos em engenharia

Engenharia Industrial (RIT)		Engenharia de Produção (UEM)	
Engineering Topics	CH	Tópicos em Engenharia	CH
Fundamentals of Industrial Engineering	45	Introdução à Engenharia de Produção	68
Materials Processing	45	Fundamentos de Engenharia de Processos de Fabricação	34
Fundamentals of Mechanics	60	Mecânica e Resistência dos Materiais	
Engineering Economy	45	Análise de Viabilidade de Empreendimentos	
Engineering Management	45	Gestão de Projetos	34
Facilities Planning	45	Projetos de Instalações Industriais	68
Operations Research	60	Pesquisa Operacional	68
		Meta-Heurísticas Aplicadas à Engenharia de Produção	34
Ergonomics & Human Factors	60	Engenharia do Trabalho	68
		Segurança do Trabalho	68
Materials Science	45	Ciência e Tecnologia dos Materiais	
Systems Simulation	45	Simulação de Sistemas de Produção	34
		Modelagem e Simulação Dinâmica	34
		Engenharia da Qualidade I	68
Statistical Quality Control	45	Engenharia da Qualidade II	68
Production Planning & Scheduling	45	Planejamento e Controle da Produção I	68
		Planejamento e Controle da Produção II	68
Design & Analysis of Production Systems	45		
Linear Regression Analysis	45		
Senior Design I	45	Projeto Integrador I	34
Senior Design II	45	Projeto Integrador II	34
Professional Elective I	45	Trabalho de Conclusão de Curso	34
Professional Elective II	45	Optativa I	68
Professional Elective III	45	Optativa II	68
Total CH	900	Total CH	1020

Fonte: Autoria própria (2017)

É possível notar que quase todas as disciplinas de ‘*Engineering Topics*’ da grade básica de EI do RIT possuem equivalência com alguma matéria do curso de EP da UEM. Apenas as disciplinas de ‘*Design & Analysis of Production Systems*’ e ‘*Linear Regression Analysis*’ não possuem uma correspondente brasileira. No entanto, tópicos das ementas dessas matérias são abordadas, mesmo que superficialmente, em outras disciplinas do curso de EP da UEM.

Os cursos ‘Mecânica e Resistência dos Materiais’, ‘Análise de Viabilidade de Empreendimentos’ e ‘Ciência e Tecnologia dos Materiais’ não são considerados ‘*Engineering Topics*’ no Brasil, mas se encaixam na categoria de ‘*Other General Education*’, por isso estão destacados em verde e cujas cargas horárias não estão sendo consideradas na análise.

‘Projeto Integrador I e II’ são aproximações de ‘*Senior Design I and II*’. Ambas focam em aplicar conhecimentos de várias áreas em projetos multidisciplinares. Todavia, a versão norte-americana é voltada para projetos reais: empresas financiam essas iniciativas com o objetivo de encontrar soluções para seus problemas. Além do mais, os grupos são compostos de alunos de vários departamentos (Industrial, Elétrica, Mecânica, etc.). Já na versão brasileira, os projetos são aplicações simuladas, por exemplo, jogos empresariais e as equipes são

formadas por apenas graduandos em Engenharia de Produção. Outra diferença é que a versão norte-americana oferta estas disciplinas no último ano acadêmico e brasileira entre as 3^a. e 4^a. séries.

No RIT, não há a obrigatoriedade de se desenvolver um ‘Trabalho de Conclusão de Curso – (TCC)’ como no curso de EP da UEM. No entanto, os alunos que tiverem interesse em desenvolver uma proposta, podem cursar a disciplina ‘*Independent Study (ISEE-599)*’ a qual pode ser substituída por uma ‘*Professional Elective*’.

As matérias de ‘Outras Profissionalizantes’ encontram-se na Tabela 3 a seguir:

Tabela 3 - Relação de disciplinas de outras profissionalizantes

Engenharia Industrial (RIT)		Engenharia de Produção (UEM)	
Other Engineering Topics	CH	Outras Profissionalizantes	CH
		Algoritmo e Estrutura de Dados	68
		Automação Industrial	34
		Engenharia do Produto	68
		Organização do Trabalho	34
		Custos Industriais	68
		Manutenção Industrial	34
		Engenharia da Sustentabilidade	68
		Gestão de Tecnologia da Informação	68
		Logística Integrada	68
		Estágio Curricular Supervisionado	192
Total CH	0	Total CH	702

Fonte: Autoria própria (2017)

Como exposto acima, essas são disciplinas não contempladas pela grade básica do curso de EI do RIT. No Brasil, a matéria de ‘Estágio Curricular Supervisionado’ requer uma quantidade mínima de 192 horas-aula para aprovação. No RIT, os alunos também são matriculados em disciplinas de estágio, mas não há computação de carga horária (o assunto Estágio será abordado na seção a seguir).

Somando-se a carga horária das tabelas ‘Tópicos em Engenharia’ e ‘Outras Profissionalizantes’, tem-se um montante de 900 horas-aula no RIT e 1722 horas-aula na UEM. Em termos percentuais, a carga horária de ‘*Engineering Topics*’ do curso de EP da UEM é 91% superior ao do curso de EI do RIT.

A Tabela 4 a seguir contempla os componentes curriculares de ‘Formação Geral’ ou ‘*Other General Education*’:

Tabela 4 - Relação de disciplinas de educação geral

Engenharia Industrial (RIT)		Engenharia de Produção (UEM)	
Other General Education	CH	Formação Geral	CH
Computing for Engineers	45	Fundamentos de Programação	102
Global Perspective	45	Psicologia e Relações de Trabalho	34
Foundational Elective	45	Desenho Técnico	68
First Year Writing	45	Mecânica dos Fluidos	68
Artistic Perspective	45	Transferência de Calor	68
Ethical Perspective	45	Mecânica e Resistência dos Materiais	102
Social Perspective	45	Eletrotécnica	68
University Arts & Science Immersion I	45	Ciência e Tecnologia dos Materiais	34
University Arts & Science Immersion II	45	Organização de Empresas e Estratégia	68
University Arts & Science Immersion III	45	Fundamentos de Engenharia Ambiental	34
		Análise de Viabilidade de Empreendimentos	34
		Atividades Acadêmicas Complementares	310
Total CH	450	Total CH	990

Fonte: Autoria própria (2017)

Uma discrepante diferença entre as duas grades nesta categoria: enquanto que no curso de EI do RIT essas disciplinas são mais voltadas para áreas de humanas, como as matérias ‘*Artistic e Ethical Perspective*’, na universidade brasileira essas matérias estão ligadas a engenharia, como ‘Mecânica e Resistência dos Materiais’, ‘Eletrotécnica’, ‘Ciência e Tecnologia dos Materiais’, etc.

Somente a disciplina de ‘Psicologia e Relações de Trabalho’ possui um viés mais social. Um diferencial no curso brasileiro são as ‘Atividades Acadêmicas Complementares’. Esta formação pode ser constituída por cursos de curta duração, eventos, trabalhos voluntários, etc., o que incentiva o aluno a buscar outras formas de aprender como também conhecer e aprender sobre outros assuntos.

A formação brasileira em termos de carga horária desta categoria é 55% superior da norte-americana.

A Tabela 5 apresenta as disciplinas de ‘*Free Electives*’ que são obrigatórias apenas na grade norte-americana:

Tabela 5 - Relação de disciplinas de eletivas livres

Engenharia Industrial (RIT)		Engenharia de Produção (UEM)	
Free Electives	CH	Eletivas Livres	CH
Free Elective I	45		
Free Elective II	45		
Total CH	90	Total CH	0

Fonte: Autoria própria (2017)

Como já comentado anteriormente, estas matérias optativas não precisam ser relacionadas à engenharia. No curso de EP da UEM, a lista de disciplinas Optativas I e II são todas relacionadas à Engenharia de Produção.

Finalmente, a relação de disciplinas obrigatórias da ‘Ênfase’ encontra-se na Tabela 6:

Tabela 6 - Relação de disciplinas de ênfase

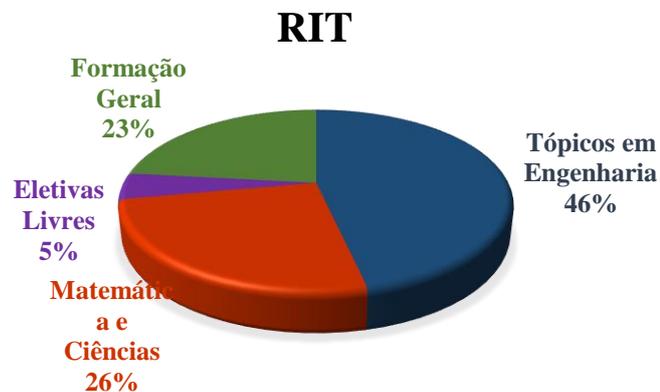
Engenharia Industrial (RIT)		Engenharia de Produção (UEM)	
Emphasis	CH	Ênfase	CH
		Ênfase I	68
		Ênfase II	68
		Ênfase III	68
		Ênfase IV	68
		Ênfase V	68
		Ênfase VI	68
		Ênfase VII	68
		Ênfase VIII	68
		Ênfase IX	68
		Ênfase X	68
Total CH	0	Total CH	680

Fonte: Autoria própria (2017)

É importante ressaltar que a grade básica norte-americana não prevê disciplinas de ênfase, ou seja, é uma grade de Engenharia Industrial plena. Contudo, fica a cargo do aluno optar o não por cursar outras matérias para complementar sua formação. Como abordado na seção 5.1, existem as possibilidades de ‘Options’, ‘Minors’ e diplomas avançados de Mestrado e MBA.

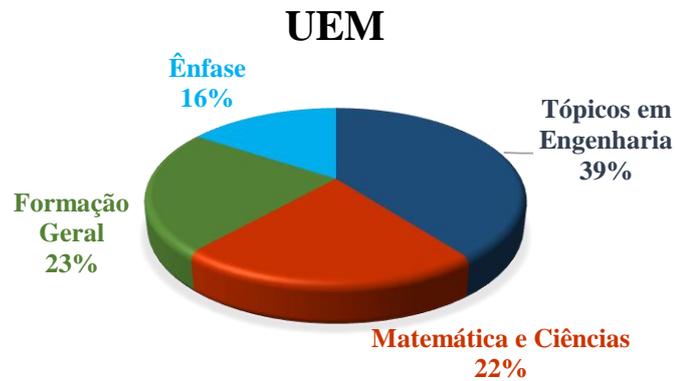
As Figuras 21 e 22 contêm um resumo da proporção de formação das categorias anteriormente abordadas:

Figura 21 - Formação em *industrial & systems engineering* (RIT)



Fonte: Autoria própria (2017)

Figura 22 - Formação em engenharia de produção (UEM)



Fonte: Autoria própria (2017)

Quando se avalia a distribuição de carga horária na formação do Engenheiro de Produção pelo RIT e pela UEM, poucas diferenças são notadas nas proporções entre as grandes áreas. Por exemplo, o percentual de disciplinas de ‘Matemática e Ciências’ e ‘Formação Geral’ são muitos próximos: 22% UEM e 26% RIT no primeiro campo e 23% UEM e 23% RIT na segunda categoria.

A proporção de disciplinas profissionalizantes é relativamente maior no RIT (46%) do que na UEM (39%). No entanto, o curso de EP da UEM ainda conta com as disciplinas da ênfase, que correspondem a 16% da formação total. No curso de EI do RIT, as ‘*Free Electives*’ ocupam 5% do total da formação do Engenheiro Industrial.

A Tabela 7 mostra uma síntese da CH total por grande área:

Tabela 7 - Distribuição de CH por grande área

Categoria	RIT	UEM
Tópicos em Engenharia	900	1020
Matemática e Ciências	495	952
Eletivas Livres	90	-
Formação Geral	450	990
Outros Profissionalizantes	-	702
Ênfase	-	680
Total (horas-aula)	1935	4344
Total (créditos)	129	290

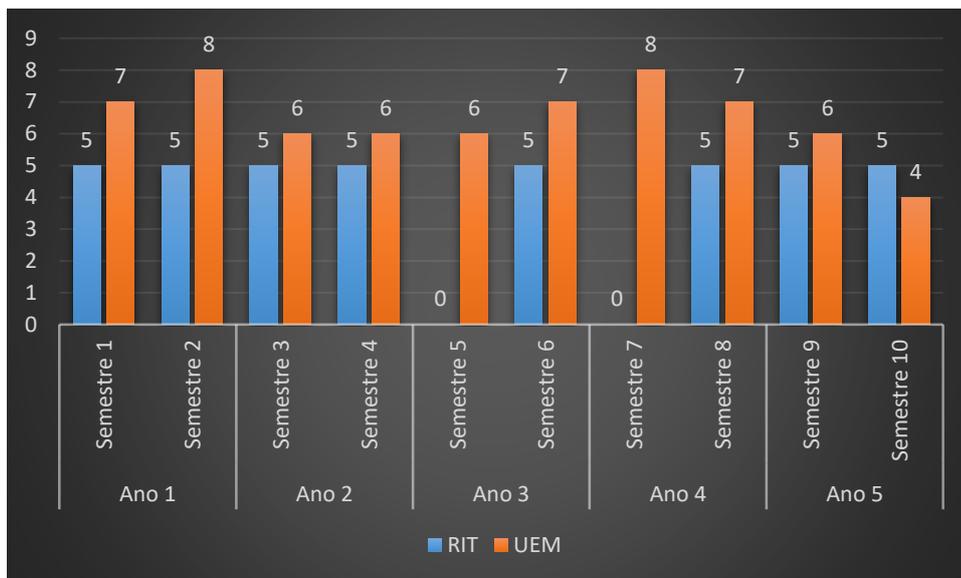
Fonte: Autoria própria (2017)

Como esperado, a carga horária total do curso de Engenharia de Produção é muito superior ao do curso de Engenharia industrial do RIT. Em termos percentuais, o curso de EP da

UEM possui aproximadamente uma carga horária 125% superior ao da grade básica de graduação em Engenharia Industrial da instituição norte-americana.

A Figura 23 abaixo ilustra a distribuição do número de disciplinas ofertadas por semestre por IES:

Figura 23 - Comparação do no. de disciplinas ofertadas por semestre



Fonte: Autoria própria (2017)

No total, o curso de EI oferece 40 matérias e o curso de EP 65, ou seja, 62,5% a mais que o RIT. Os 5º. e 7º. semestres da IES norte-americana são dedicados a estágio (discussão na seção a seguir).

5.3 Estágio

Diferentemente do Brasil, o Estágio Obrigatório (chamado de *Co-op*) no RIT inicia-se na 3ª. Série e é finalizado no 4º. Ano. Além disso, 2 semestres acadêmicos são reservados exclusivamente para os programas de estágio: 1 na 3ª. Série (*Fall*), aproximadamente entre agosto e dezembro e 1 na 4ª. Série (*Spring*), aproximadamente entre janeiro e maio. Os dois programas que ocorrem no verão (*Summer*), nas 3ª. e 4ª. Séries, não coincidem com os semestres acadêmicos e, portanto, são realizados geralmente entre os meses de junho e agosto.

Na UEM, a obrigatoriedade do estágio se dá apenas no segundo semestre da 5ª. Série. Entretanto, é possível ingressar em estágios voluntários (ou não obrigatórios), a partir da 3ª. Série. Neste caso, o aluno desenvolverá o programa concomitantemente com os estudos na universidade.

A Tabela 8 apresenta um resumo dessas informações:

Tabela 8 - Organização curricular de estágio obrigatório

Engenharia Industrial (RIT)				Engenharia de Produção (UEM)			
Internship	Ano	Semestre	CH	Estágio	Ano	Semestre	CH
Co-op I	3	Fall (5)		Estágio Curricular Supervisionado	5	10	192
Co-op II	3	Summer					
Co-op III	4	Spring (8)					
Co-op IV	4	Summer					
Total CH			0	Total CH			192

Fonte: Autoria própria (2017)

Na instituição norte-americana, o Estágio Obrigatório (*Co-op*) também é uma disciplina, todavia os alunos não recebem créditos pelas horas estagiadas. As restrições da disciplina são:

- Os alunos devem completar no mínimo 48 semanas de *Co-op* (12 semanas em média por programa);
- Mínimo de 35 horas de trabalho por semana (aproximadamente 40... horas-aula semanais);
- O estágio deve ser remunerado e relacionado à Engenharia Industrial.

No curso de EP da UEM, os alunos devem completar uma carga horária mínima de 192 horas-aula para serem aprovados na disciplina. O estágio pode ou não ser remunerado e também deve estar relacionado à Engenharia de Produção.

A Tabela 9 contém uma síntese da carga total mínima esperada na perspectiva Disciplinas vs. Estágio Obrigatório:

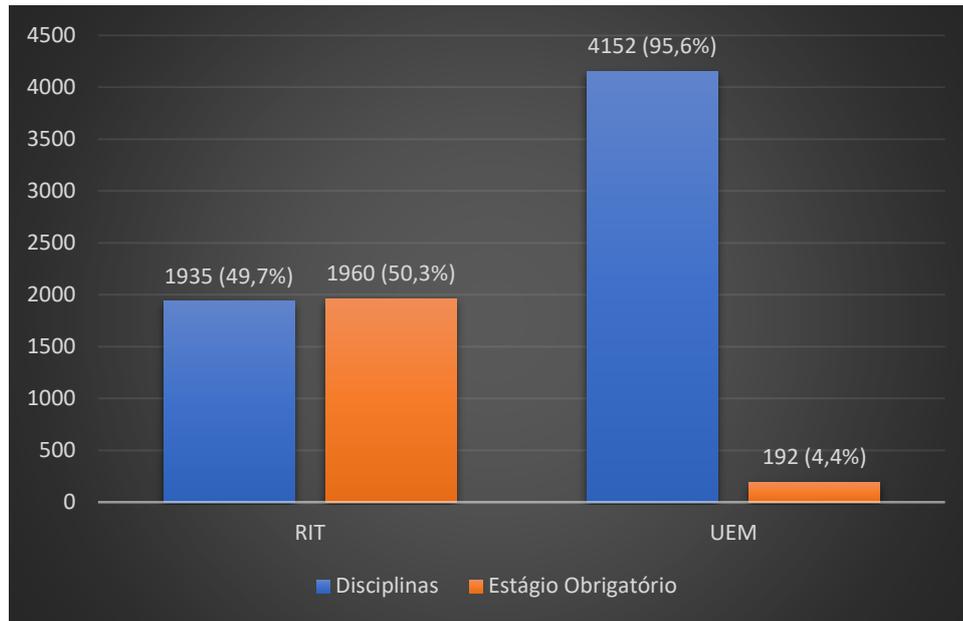
Tabela 9 - Resumo da distribuição de CH disciplinas vs. estágio

Categoria	RIT	UEM
Disciplinas	1935	4152
Estágio Obrigatório	1960	192
Total (horas-aula)	3895	4344

Fonte: Autoria própria (2017)

Plotando-se esses valores na Figura 24, pode-se observar a seguinte proporção desta perspectiva:

Figura 24 - Distribuição da proporção carga horária disciplinas vs. estágio



Fonte: Autoria própria (2017)

Assim, é possível notar que quando apenas a carga horária de estágio obrigatório é considerada, o curso de EI do RIT apresenta um grande equilíbrio entre Teoria vs. Prática. Já na situação brasileira, o curso de Engenharia de Produção da UEM demonstra um grande déficit de vivências práticas do acadêmico na área de estudo.

Por outro lado, esta situação pode ser amenizada caso o aluno desenvolva programas de estágio não obrigatórios a partir do 3º. Ano. Neste caso, considerando que o mesmo irá estagiar por 17 semanas a cada semestre, com uma carga horária de trabalho de 30 horas/semana (35 horas-aula/semana), o seguinte cenário será observado:

Tabela 10 - Distribuição de CH disciplinas vs. estágio obrigatório e não obrigatório

Categoria	RIT	UEM
Disciplinas	1935	4152
Estágio Obrigatório	1960	192
Estágio Voluntário	-	2975
Total (horas-aula)	3895	7319

Fonte: Autoria própria (2017)

Dessa forma, a carga horária prática de estágio passa de uma participação de 4,4% (cenário anterior) para 43,3% da CH total.

5.4 Comparações gerais

Esta seção abrange um resumo das principais diferenças percebidas pelo autor na vivência entre os dois sistemas de ensino. Para elaborar esta síntese (Quadro 3), o autor utilizou-se das metodologias empregadas nas seguintes disciplinas cursadas (Quadro 2) durante seu período de intercâmbio (ago/2014 a mai/2015):

Quadro 2 - Disciplinas cursadas e equivalência brasileira

Engenharia Industrial (RIT)	Engenharia de Produção (UEM)
Course	Equivalência DEP/UEM
Facilities Planning	Projetos de Instalações Industriais
Operations Research	Pesquisa Operacional
Ergonomics & Human Factors	Engenharia do Trabalho
Systems Simulation	Simulação de Sistemas de Produção
	Modelagem e Simulação Dinâmica
Statistical Quality Control	Engenharia da Qualidade II
Production Planning & Scheduling	Planejamento e Controle da Produção I
	Planejamento e Controle da Produção II
Design of Experiments	
Design & Analysis of Production Systems	

Fonte: Autoria própria (2017)

Quadro 3 - Diferenças percebidas pelo autor entre os dois sistemas

	Engenharia Industrial (RIT)	Engenharia de Produção (UEM)
Duração de Aula	50 min a 1h40 min	1h40 min
Pontualidade	Aulas começam e terminam pontualmente	Aulas não começam e não terminam pontualmente
Avaliações	Distribuídas em <i>homeworks</i> , <i>labs reports</i> , <i>tests</i> , <i>quizzes</i> , <i>case studies</i> , <i>final project</i> e <i>final exams</i>	Distribuídas em trabalhos, provas ou exames finais
Critério de Avaliações	Intervalo de F a A	0 a 10.0
Exame Final	Obrigatório	Obrigatório para média < 6.0
Consulta durante Avaliações	Permite-se utilizar livros, notas de aula, anotações pessoais, entre outros	Não permitido
Plano de Aula	Disponibilizado no 1o. dia de aula com datas de provas, trabalhos, tarefas de casa, etc.	Não disponibilizado
Plataforma Online	MyCourses (todos os professores utilizam)	Moodle (alguns professores utilizam)
Atividades em Casa	Todas as semanas, prazo de 7 dias para entrega	Periódicas, geralmente próximas de avaliações
Correção de Atividades	Todas as atividades são corrigidas	Apenas trabalhos e avaliações são corrigidas
Notas de Aula	Disponibilizadas antes ou imediatamente após o término da aula	Disponibilizadas após aulas e próximo de avaliações

Fonte: Autoria própria (2017)

É importante salientar que estas percepções são genéricas, ou seja, nem todas as matérias ministradas em ambos os sistemas seguem estes padrões. Tais observações serão utilizadas para o desenvolvimento da seção 6 a seguir:

6. Recomendações de adequação da grade curricular do curso de engenharia de produção do DEP/UEM

Este estudo objetivou identificar as principais diferenças entre os sistemas de ensino em engenharia brasileiro e norte-americano, particularmente dos cursos em Engenharia de Produção do DEP/UEM e o de *Industrial & Systems Engineering* lotado no RIT.

Como forma de aproveitar os produtos das análises anteriores desta pesquisa, 7 recomendações de adequação da grade curricular e do sistema de ensino do curso de Engenharia de Produção do DEP/UEM são propostas. Estas recomendações não consideram possíveis restrições de legislação e normas impostas por órgãos governamentais como o Ministério da Educação (MEC).

Recomendação 1: Redução da carga horária total de cada disciplina

Justificativa: Grande parte dos professores não utiliza todo o tempo disponível para ministrar aulas. Nota-se um considerável desperdício de tempo que poderia ser reaproveitado em outras atividades tanto por parte dos professores quanto dos alunos. Este “tempo extra” também poderia ser dedicado para prática de conceitos vistos em sala, ou fora da sala de aula.

Recomendação 2: Desenvolvimento de atividades semanais fora da sala de aula

Justificativa: Infelizmente é comum que o conteúdo visto na aula seja praticado apenas às vésperas de provas. Geralmente, as listas de exercícios são disponibilizadas quando o conteúdo da disciplina já está avançado, o que prejudica a produtividade de aprendizado do aluno. Muitos conceitos precisam ser revistos já que não houve uma forma de praticá-los com antecedência. Uma forma simples de amenizar esta sobrecarga e retrabalho seria pela cobrança de atividades todas as semanas relacionadas à disciplina.

Recomendação 3: Permitir consultas durante avaliações

Justificativa: Normalmente muitos conceitos são memorizados pelo aluno para que o mesmo tenha um bom desempenho nas avaliações. Estimular o raciocínio lógico para uma adequada formação em resolução de problemas são primordiais para qualquer engenheiro. Dessa forma, a universidade deve prover meios para que os alunos evitem praticar a memorização e sejam estimulados a utilizar os conceitos chaves aprendidos para uma sólida tomada de decisão.

Recomendação 4: Eliminação da obrigatoriedade das ênfases

Justificativa: Embora as 680 horas-aula disponíveis para cada ênfase do curso sejam importantes para uma adequada especialização em cada campo, a utilização desta carga horária como alternativa de formar um engenheiro mais multidisciplinar parece ser mais interessante. Com esta adequação, o aluno teria a liberdade para cursar disciplinas de Agroindústria e Software, por exemplo, caso o mesmo se interessasse pelas duas áreas. Ou até mesmo de outras áreas que não estejam relacionadas à ênfase. Este aluno pode optar em fortalecer sua formação em máquinas ou eletricidade, então o mesmo poderia utilizar-se desta “janela” para cursar matérias dos Departamentos de Engenharia Mecânica e Elétrica.

Recomendação 5: Criação de mais semestres exclusivos para estágio

Justificativa: Mesmo que seja possível vivenciar o mundo real a partir da 3ª. Série, com os programas de estágio não obrigatório, a proposta de criação de mais semestres exclusivos de estágio seria uma estratégia para a nacionalização e até internacionalização do curso.

Infelizmente, aqueles que iniciam o estágio na 3ª. Série ficam restritos a processos seletivos da região onde a universidade está localizada, o que impossibilita explorar outras oportunidades em mais cidades, estados e no exterior. Além do mais, a oferta de semestres exclusivos para estágio se mostra como uma alternativa para melhorar o desempenho dos alunos na universidade já que no sistema atual, os mesmos devem realizar esses programas em paralelo com as atividades acadêmicas.

Recomendação 6: Reestruturação da lista de disciplinas optativas

Justificativa: As disciplinas optativas são restritas às engenharias. O aluno que tiver interesse em cursar uma matéria relacionada aos outros centros não obtém crédito em forma de eletiva. Dessa forma, recomenda-se não limitar a equivalência desta categoria por cursos voltados às exatas ou engenharias.

Recomendação 7: Introdução de conceitos de Indústria 4.0 nos componentes curriculares

Justificativa: Embora este assunto ainda seja recente, é importante que as universidades comecem a reestruturar suas ementas e adequá-las as necessidades deste novo cenário. Mesmo que seja inviável desenvolver, a curto prazo, uma infraestrutura de ensino de tecnologias da I4.0, é possível introduzir e integrar os tópicos deste cenário nas disciplinas atuais. Também é viável a criação de uma disciplina (mesmo que teórica) básica que aborde os fundamentos desta 4ª. Revolução Industrial.

7. Conclusão

Este estudo é um importante *input* de análise do nível de competitividade que o Engenheiro de Produção formado pela UEM possui no mercado. A comparação do sistema brasileiro com a de uma IES norte-americana foi primordial para fundamentar esta pesquisa, visto que os EUA são referenciais no mundo na Educação de Nível Superior, principalmente no que tange o ensino de engenharia e demais áreas tecnológicas.

Foi possível identificar que o Engenheiro de Produção formado pela UEM possui uma ampla formação horizontal nesta grande área. Embora o curso ofereça uma extensa lista de disciplinas de conteúdo básico e profissionalizante, várias deficiências na grade curricular foram encontradas.

Um dos principais problemas é a intensa carga horária que os alunos do DEP/UEM devem cumprir. Comparando-se com o sistema de Engenharia Industrial do RIT, esta carga

horária total ultrapassa em mais que o dobro a carga horária total da IES norte-americana (125% maior). Os futuros engenheiros garantem uma sólida formação teórica mas carecem de preparação prática do “mundo real”. Apenas 4,4% do total da carga horária do curso prevê a obrigatoriedade de um Estágio.

Embora os alunos tenham a oportunidade de iniciar a carreira profissional a partir da 3ª série com o Estágio Não Obrigatório, isto não garante que todos os formandos terão o mesmo nivelamento de experiência prática no currículo. Além disso, o fato de o Estágio Não Obrigatório acontecer concomitantemente com atividades acadêmicas, prejudica o rendimento do aluno nos estudos.

Outro grande problema do currículo de EP da UEM é a falta de flexibilidade. Apenas duas disciplinas optativas estão previstas na formação deste engenheiro. Ainda assim, estas disciplinas são limitadas por uma lista de matérias oferecidas apenas pelo DEP/UEM. O aluno que queira complementar seu currículo com cursos de outros departamentos e centros não receberá créditos pela sua iniciativa, o que desestimula o futuro engenheiro a buscar um perfil mais multidisciplinar.

Apesar dessas deficiências, o Engenheiro de Produção formado pela UEM pode ser considerado qualificado e competitivo para o mercado. Mesmo que ainda esteja longe de se garantir um “Diploma 4.0”, o atual sistema já fornece uma preparação, mesmo que básica, para enfrentar este novo cenário.

Referências

ACCREDITATION BOARD FOR ENGINEERING AND TECHNOLOGY (ABET). **ABET ACCREDITED PROGRAM SEARCH**. Disponível em: <<http://main.abet.org/aps/accreditedprogramsearch.aspx>>. Acesso em: 23 mai. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ABEPRO). **ORIGENS E EVOLUÇÃO DA FORMAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**. Disponível em: <<http://www.abepro.org.br/arquivos/websites/1/Hist.pdf>>. Acesso em: 15 mai. 2017.

BATALHA, Mario. **Introdução à engenharia de produção**. Elsevier Brasil, 2013.

BAZZO, W. A; PEREIRA, L. T. V. **Introdução à engenharia: conceitos, ferramentas e comportamentos**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2006.

BITTENCOURT, Hélio Radke; VIALI, Lorí; BELTRAME, Ediliane. A engenharia de produção no Brasil: um panorama dos cursos de graduação e pós-graduação. **Revista de ensino de engenharia**, v. 29, n. 1, 2010.

CUNHA, Gilberto D. Um panorama atual da Engenharia de Produção. **Porto Alegre: ABEPRO**, 2002.

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DA ESCOLA POLITÉCNICA DA USP. **História**. Disponível em: <<http://pro.poli.usp.br/institucional/o-departamento/historia/>>. Acesso em: 16 mai. 2017.

DEVEZAS, Tessaleno; LEITÃO, João; SARYGULOV, Askar (Ed.). **Industry 4.0: Entrepreneurship and Structural Change in the New Digital Landscape**. Springer, 2017.

HAROLD AND INGE MARCUS DEPARTMENT OF INDUSTRIAL AND MANUFACTURING ENGINEERING AT PENN STATE. **Department History**. Disponível em: <<http://www.ie.psu.edu/department/history.aspx>>. Acesso em: 23 mai. 2017.

INSTITUTE OF INDUSTRIAL AND SYSTEMS ENGINEERS. **What is industrial and systems engineering? (IISE official definition)**. Disponível em: <<http://www.iise.org/details.aspx?id=282>>. Acesso em: 23 mai. 2017.

OLIVEIRA, Vanderlí Fava. A avaliação dos cursos de engenharia de produção. **Revista Gestão Industrial**, v. 1, n. 3, 2005.

OLIVEIRA, Vanderlí Fava. Crescimento, evolução e o futuro dos cursos de engenharia. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 24, n. 2, 2008.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**. Florianópolis, 2005. 139 p. Disponível em: <https://projetos.inf.ufsc.br/arquivos/Metodologia_de_pesquisa_e_elaboracao_de_teses_e_dissertacoes_4ed.pdf>. Acesso em: 10 mai. 2017.

STURM, Carla Hartmann et al. Mapeamento e análise de desempenho da graduação e da pós-graduação em Engenharia de Produção no Brasil. **Gest. Prod.**, São Carlos, v. 22, n. 1, p. 149-163, mar. 2015.

TIMES HIGHER EDUCATION WORLD UNIVERSITY RANKINGS' ENGINEERING AND TECHNOLOGY. **Subject Ranking 2015-2016: engineering & technology Top 100**. Disponível em: <https://www.timeshighereducation.com/world-university-rankings/2016/subject-ranking/engineering-and-IT-0#!/page/0/length/10/locations/US/sort_by/rank/sort_order/asc/cols/stats>. Acesso em: 23 mai. 2017.

UNIVERSITY OF SOUTH CAROLINA. **International Credit Conversion Guide**. Disponível em: <https://www.sc.edu/about/offices_and_divisions/registrar/transfer_credits/international_credit_conversion_guide.php>. Acesso em: 15 ago. 2017.