

INTRODUÇÃO À ENGENHARIA

Prof. Bruno Rogora Kawano

Prof.ª Eliza Damiani Woloszyn Batista

Prof. Giovanni Renato Zonta



2016



Copyright © UNIASSELVI 2016

Elaboração:

Prof. Bruno Rogora Kawano

Prof.^a Eliza Damiani Woloszyn Batista

Prof. Giovanni Renato Zonta

Revisão, Diagramação e Produção:

Centro Universitário Leonardo da Vinci – UNIASSELVI

Ficha catalográfica elaborada na fonte pela Biblioteca Dante Alighieri

UNIASSELVI – Indaial.

620

M464m Kawano; Bruno Rogora

Introdução à engenharia /Bruno Rogora Kawano; Eliza Damiani Woloszyn Batista; Giovanni Renato Zonta : UNIASSELVI, 2016.

196 p. : il.

ISBN 978-85-7830-958-9

1.Engenharia.

I. Centro Universitário Leonardo Da Vinci.

APRESENTAÇÃO



Olá, caro(a) acadêmico(a)!

O estudo de Engenharia tem importante papel no desenvolvimento e progresso da sociedade, pois os profissionais desta área são considerados elementos fundamentais para o desenvolvimento de soluções e para a resolução dos problemas. Nesta disciplina apresentaremos os principais fatos que marcaram a história do ensino da Engenharia, e terá como objetivo principal a compreensão da formação da profissão de engenheiro.

Na Unidade 1 do caderno você será apresentado a alguns acontecimentos históricos importantes e conceitos básicos que representam a importância da profissão de engenheiro, assim como a representatividade no progresso da sociedade. Iniciaremos nosso estudo com relatos de fatos sobre origem da formação da profissão, as primeiras instituições de ensino e a evolução das habilidades técnicas utilizadas para o desenvolvimento de equipamentos. Uma apresentação da metodologia de ensino, definição das características de problema, a transformação do processo de industrialização, além de uma breve introdução sobre a profissão de engenharia de produção.

Concluiremos o estudo desta unidade com definição, conceito e importância do desenvolvimento de projetos através da aplicação de conhecimentos técnicos e científicos, além das metodologias aplicadas nos processos dos projetos.

Na Unidade 2, iremos verificar qual é o perfil e competências que são esperados do engenheiro, tanto no período em que está cursando a graduação quanto no momento que estiver atuando profissionalmente. Para tal, serão apresentadas diversas características e itens que lhe ajudarão a trilhar o caminho do curso de uma maneira mais consciente e proveitosa. Ainda na Unidade 2 abordaremos a questão da inserção do engenheiro no contexto social em que atua e vive, será abordada com a intenção de situar o acadêmico em fatores profissionais não necessariamente técnicos, mas sim questões de linguagem, comunicação e interação com a sociedade. Por fim, será discutido o mercado de trabalho para a área de engenharia tanto no Brasil como no Mundo, bem como apresentar as áreas de atuação do engenheiro após formado.

Já a Unidade 3 tem como principal objetivo proporcionar uma descrição clara e objetiva das associações e conselhos que regulamentam, orientam e representam o profissional engenheiro em todos os aspectos durante a execução de suas atividades.

Para compreender o panorama atual de qualquer área de estudo é sempre importante remeter e concentrar uma parte do tempo aos estudos da evolução histórica desta área. Faremos esta análise em alguns tópicos dessa unidade, quando julgarmos necessária.

Apresentaremos as associações e conselhos de classe que representam os profissionais engenheiros nas esferas municipais, estaduais e federal. Você conhecerá também o sistema CONFEA/CREA, entidade que regulamenta o exercício profissional de todos os engenheiros no Brasil. Conheceremos a Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO), entidade de classe específica para os egressos do curso de Engenharia de Produção e habilitações oriundas da Engenharia de Produção.

Com o objetivo de incentivar o desenvolvimento científico e de pesquisa acadêmica em conjunto com a formação profissional formal do curso, apresentaremos alguns eventos de relevância na área de engenharia para divulgação de pesquisas e trabalhos acadêmicos.

Finalmente, a leitura complementar e as autoatividades completam as etapas de aprendizagem do caderno de estudo.

Boa leitura e bons estudos!

Bruno Rogora Kawano
Eliza Damiani Woloszyn Batista
Giovani Renato Zonta



Você já me conhece das outras disciplinas? Não? É calouro? Enfim, tanto para você que está chegando agora à UNIASSELVI quanto para você que já é veterano, há novidades em nosso material.

Na Educação a Distância, o livro impresso, entregue a todos os acadêmicos desde 2005, é o material base da disciplina. A partir de 2017, nossos livros estão de visual novo, com um formato mais prático, que cabe na bolsa e facilita a leitura.

O conteúdo continua na íntegra, mas a estrutura interna foi aperfeiçoada com nova diagramação no texto, aproveitando ao máximo o espaço da página, o que também contribui para diminuir a extração de árvores para produção de folhas de papel, por exemplo.

Assim, a UNIASSELVI, preocupando-se com o impacto de nossas ações sobre o ambiente, apresenta também este livro no formato digital. Assim, você, acadêmico, tem a possibilidade de estudá-lo com versatilidade nas telas do celular, *tablet* ou computador.

Eu mesmo, UNI, ganhei um novo *layout*, você me verá frequentemente e surgirei para apresentar dicas de vídeos e outras fontes de conhecimento que complementam o assunto em questão.

Todos esses ajustes foram pensados a partir de relatos que recebemos nas pesquisas institucionais sobre os materiais impressos, para que você, nossa maior prioridade, possa continuar seus estudos com um material de qualidade.

Aproveito o momento para convidá-lo para um bate-papo sobre o Exame Nacional de Desempenho de Estudantes – ENADE.

Bons estudos!



Olá acadêmico! Para melhorar a qualidade dos materiais ofertados a você e dinamizar ainda mais os seus estudos, a Uniasselvi disponibiliza materiais que possuem o código *QR Code*, que é um código que permite que você acesse um conteúdo interativo relacionado ao tema que você está estudando. Para utilizar essa ferramenta, acesse as lojas de aplicativos e baixe um leitor de *QR Code*. Depois, é só aproveitar mais essa facilidade para aprimorar seus estudos!



BATE SOBRE O PAPO ENADE!



Olá, acadêmico!

Você já ouviu falar sobre o **ENADE**?

Se ainda não ouviu falar nada sobre o ENADE, agora você receberá algumas informações sobre o tema.

Ouviu falar? Ótimo, este informativo reforçará o que você já sabe e poderá lhe trazer novidades.



Vamos lá!

Qual é o significado da expressão ENADE?

EXAME NACIONAL DE DESEMPENHO DOS ESTUDANTES

Em algum momento de sua vida acadêmica você precisará fazer a prova ENADE.



Que prova é essa?

É **obrigatória**, organizada pelo INEP – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira.

Quem determina que esta prova é obrigatória... O **MEC – Ministério da Educação**.

O objetivo do MEC com esta prova é o de avaliar seu desempenho acadêmico assim como a qualidade do seu curso.



Fique atento! Quem não participa da prova fica impedido de se formar e não pode retirar o diploma de conclusão do curso até regularizar sua situação junto ao MEC.

Não se preocupe porque a partir de hoje nós estaremos auxiliando você nesta caminhada.

Você receberá outros informativos como este, complementando as orientações e esclarecendo suas dúvidas.



Você tem uma trilha de aprendizagem do ENADE, receberá e-mails, SMS, seu tutor e os profissionais do polo também estarão orientados.

Participará de webconferências entre outras tantas atividades para que esteja preparado para #mandar bem na prova ENADE.

Nós aqui no NEAD e também a equipe no polo estamos com você para vencermos este desafio.

Conte sempre com a gente, para juntos mandarmos bem no ENADE!



SUMÁRIO

UNIDADE 1 – ORIGEM DA FORMAÇÃO E DA PROFISSÃO DE ENGENHARIA	1
TÓPICO 1 – A HISTÓRIA DA ENGENHARIA	3
1 INTRODUÇÃO.....	3
1.1 ENTENDENDO A HISTÓRIA DA ENGENHARIA.....	4
2 A ORIGEM E A EVOLUÇÃO DA ENGENHARIA.....	4
2.1 A EVOLUÇÃO DAS HABILIDADES TÉCNICAS.....	5
2.2 DEFINIÇÃO DE PROBLEMA.....	6
2.3 ACONTECIMENTOS HISTÓRICOS IMPORTANTES	7
3 ESCOLAS TÉCNICAS PARA O ENSINO DE ENGENHARIA.....	8
4 HISTÓRICO DA ENGENHARIA NO BRASIL.....	9
4.1 INÍCIO DA FORMAÇÃO DE ENGENHARIA NO BRASIL.....	10
5 INTRODUÇÃO À ENGENHARIA DE PRODUÇÃO.....	10
5.1 CONCEITO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO	12
6 PROJETOS DE ENGENHARIA	12
6.1 CONCEITO DE PROJETO.....	12
6.2 PROCESSO DE PROJETO	14
6.3 ESTRATÉGIAS, MÉTODOS E MEIOS NO PROCESSO DE PROJETO.....	16
RESUMO DO TÓPICO 1.....	17
AUTOATIVIDADE	19
TÓPICO 2 – A IMPORTÂNCIA DO NÚCLEO DE CONTEÚDOS BÁSICOS, ESPECÍFICOS E PROFISSIONALIZANTES	21
1 INTRODUÇÃO.....	21
2 A IMPORTÂNCIA DO NÚCLEO DE CONTEÚDOS BÁSICOS, ESPECÍFICOS E PROFISSIONALIZANTES	21
3 IMPORTÂNCIA DAS PRÁTICAS EDUCACIONAIS.....	22
4 NÚCLEO DE CONTEÚDOS BÁSICOS.....	24
4.1 LABORATÓRIOS PARA O NÚCLEO DE CONTEÚDOS BÁSICOS	25
5 NÚCLEO DE CONTEÚDOS PROFISSIONALIZANTES	25
5.1 LABORATÓRIOS PARA O NÚCLEO DE CONTEÚDOS PROFISSIONALIZANTES	26
6 NÚCLEO DE CONTEÚDOS ESPECÍFICOS.....	26
6.1 LABORATÓRIOS PARA O NÚCLEO DE CONTEÚDOS ESPECÍFICOS.....	27
7 DIRETRIZES CURRICULARES PARA A ENGENHARIA DE PRODUÇÃO.....	28
7.1 LABORATÓRIOS RECOMENDADOS PARA O CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO.....	30
RESUMO DO TÓPICO 2.....	31
AUTOATIVIDADE	33
TÓPICO 3 – MODALIDADES DE ENGENHARIA	35
1 INTRODUÇÃO.....	35
2 CRESCIMENTO DO NÚMERO DE MODALIDADES NA ENGENHARIA NO BRASIL	35
3 DEMANDA POR CURSOS DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO.....	42
4 REGULAMENTAÇÃO PROFISSIONAL DO ENGENHEIRO.....	43

4.1 SISTEMA LEGAL.....	44
RESUMO DO TÓPICO 3.....	45
AUTOATIVIDADE	46
TÓPICO 4 – NORMAS TÉCNICAS.....	47
1 INTRODUÇÃO	47
2 NORMAS TÉCNICAS	47
3 REGRAS DE EMPREGO DO SISTEMA INTERNACIONAL DE MEDIDAS.....	48
3.1 PADRONIZAÇÃO DA GRAFIA.....	49
3.2 PADRONIZAÇÃO DOS SÍMBOLOS.....	50
3.3 PADRONIZAÇÃO DOS NÚMEROS.....	51
3.4 REGRAS MATEMÁTICAS	52
4 CONVERSÃO DE UNIDADES	52
5 SISTEMAS DE UNIDADES.....	53
5.1 UNIDADES DO SISTEMA INTERNACIONAL DE MEDIDAS.....	53
5.2 UNIDADES COMPLEMENTARES.....	54
5.3 UNIDADES FUNDAMENTAIS.....	54
5.4 UNIDADES DERIVADAS	56
RESUMO DO TÓPICO 4.....	59
AUTOATIVIDADE	61
UNIDADE 2 – COMPETÊNCIAS, RELEVÂNCIA NO CONTEXTO SOCIAL E O MERCADO DE TRABALHO DO ENGENHEIRO	63
TÓPICO 1 – HABILIDADES E COMPETÊNCIAS REQUERIDAS AO ENGENHEIRO	65
1 INTRODUÇÃO	65
2 O PERFIL DO ENGENHEIRO	65
2.1 INÍCIO DO CURSO DE ENGENHARIA NA UNIVERSIDADE.....	65
2.2 ETAPAS DO PROCESSO DE ESTUDO	68
2.3 PRATICANDO A CRIATIVIDADE.....	70
3 GESTÃO POR COMPETÊNCIAS	72
4 COMPETÊNCIAS TÉCNICAS E GERENCIAIS DO ENGENHEIRO LÍDER.....	74
LEITURA COMPLEMENTAR.....	76
RESUMO DO TÓPICO 1.....	79
AUTOATIVIDADE	80
TÓPICO 2 – O ENGENHEIRO E A IMPORTÂNCIA DA INSERÇÃO EM UM CONTEXTO SOCIAL	81
1 INTRODUÇÃO	81
2 O ENGENHEIRO, A SOCIEDADE E A RESPONSABILIDADE SOCIAL	81
3 COMO SE COMUNICAR?	82
3.1 PROCESSO DE COMUNICAÇÃO	83
3.2 LINGUAGEM TÉCNICA E COLOQUIAL	84
4 O QUE A SOCIEDADE ESPERA DO ENGENHEIRO?	91
LEITURA COMPLEMENTAR.....	92
RESUMO DO TÓPICO 2.....	97
AUTOATIVIDADE	98
TÓPICO 3 – O ENGENHEIRO E O MERCADO DE TRABALHO.....	99
1 INTRODUÇÃO	99
2 O MERCADO DE TRABALHO PARA O ENGENHEIRO NO BRASIL E NO MUNDO	99

3 O ENGENHEIRO, O TECNÓLOGO É O TÉCNICO.....	107
4 O ENGENHEIRO DO FUTURO E O FUTURO DA ENGENHARIA.....	108
LEITURA COMPLEMENTAR.....	110
RESUMO DO TÓPICO 3.....	114
AUTOATIVIDADE	115
UNIDADE 3 – O PROFISSIONAL ENGENHEIRO.....	117
TÓPICO 1 – ASSOCIAÇÕES E CONSELHO DE ENGENHARIA.....	119
1 INTRODUÇÃO.....	119
2 ENTIDADES DE CLASSE	119
2.1 SISTEMA CONFEA/CREA.....	121
2.2 ABENGE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA.....	121
3 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ABEPRO).....	122
3.1 OBJETIVOS.....	123
4 EVENTOS E PUBLICAÇÕES NA ÁREA DE ENGENHARIA.....	124
LEITURA COMPLEMENTAR.....	132
RESUMO DO TÓPICO 1.....	136
AUTOATIVIDADE	137
TÓPICO 2 – ATRIBUIÇÕES PROFISSIONAIS.....	139
1 INTRODUÇÃO.....	139
2 COMPETÊNCIAS DE ACORDO COM AS MODALIDADES DE ENGENHARIA	
E CONFEA.....	142
2.1 USO DE PROGRAMAS COMPUTACIONAIS NA ENGENHARIA	144
2.2 AS MODALIDADES FUNDAMENTAIS (CIVIL, ELÉTRICA, MECÂNICA E QUÍMICA) ...	147
2.3 OUTRAS MODALIDADES.....	150
3 CARACTERIZAÇÃO E EXERCÍCIO DA PROFISSÃO.....	152
4 A ATIVIDADE DO ENGENHEIRO DE PRODUÇÃO.....	154
LEITURA COMPLEMENTAR.....	157
RESUMO DO TÓPICO 2.....	160
AUTOATIVIDADE	161
TÓPICO 3 – ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA EM ENGENHARIA (ART) ...	163
1 INTRODUÇÃO.....	163
2 O SISTEMA CREAMET.....	165
2.1 FERRAMENTAS E PROCEDIMENTOS.....	166
2.2 RESPONSABILIDADES DO PROFISSIONAL.....	167
3 ESTUDO PRÁTICO: COMO PREENCHER UMA ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE	
TÉCNICA?.....	168
3.1 SALÁRIO-MÍNIMO PROFISSIONAL.....	180
4 ESTUDO PRÁTICO: COMO PREENCHER UM CONTRATO DE EXECUÇÃO DE	
SERVIÇOS?.....	181
4.1 COBRANÇA DE HONORÁRIOS.....	186
LEITURA COMPLEMENTAR.....	189
RESUMO DO TÓPICO 3.....	191
AUTOATIVIDADE	192
REFERÊNCIAS.....	193

UNIDADE 1

ORIGEM DA FORMAÇÃO E DA PROFISSÃO DE ENGENHARIA

OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM

Esta unidade tem por objetivos:

- conhecer os acontecimentos históricos importantes da engenharia;
- apresentar os conceitos básicos, apresentados durante a formação do engenheiro;
- demonstrar a importância do profissional de engenharia para o desenvolvimento da sociedade;
- obter conhecimento da metodologia de ensino e formação básica de engenharia;
- compreender o impacto da transformação no processo de industrialização.

PLANO DE ESTUDOS

Esta unidade está dividida em quatro tópicos, sendo que ao final de cada um deles você encontrará atividades que auxiliarão no seu desenvolvimento.

TÓPICO 1 – A HISTÓRIA DA ENGENHARIA

TÓPICO 2 – A IMPORTÂNCIA DO NÚCLEO DE CONTEÚDOS BÁSICOS,
ESPECÍFICOS E PROFISSIONALIZANTES

TÓPICO 3 – MODALIDADES DE ENGENHARIA

TÓPICO 4 – NORMAS TÉCNICAS



A HISTÓRIA DA ENGENHARIA

1 INTRODUÇÃO

Neste tópico é apresentada de forma sucinta a história do ensino de engenharia, como as técnicas foram sendo apuradas, assim como os procedimentos foram sendo aperfeiçoados com o passar do tempo. O objetivo do tópico é apresentar alguns acontecimentos de destaque, mostrando a importância da profissão e a sua relevância para a sociedade, para que assim possamos compreender o estágio em que a engenharia se encontra hoje, para nos situarmos no tempo e valorizarmos o futuro.

O conceito de Engenharia é o aproveitamento de princípios das áreas de conhecimentos científicos e empíricos e certas habilidades específicas da Física, Química e Matemática, integrados aos aspectos de recursos econômicos.

Se o trabalho dos engenheiros é importante para o progresso de uma sociedade, estes profissionais são considerados elementos fundamentais para o desenvolvimento de soluções para a efetivação de ideias, assim como para a administração dos serviços para a materialização dos produtos.

No Brasil, a instrução nas áreas da engenharia teve a ascendência no modelo de educação militar e, em seguida, passa a existir a denominação de Curso de Engenharia Civil.

Os primeiros engenheiros possuíam sua formação acadêmica realizada pela ENPC (*École Nationale des Ponts et Chaussées*), instituição de ensino fundada em Paris no ano de 1747. Esta faculdade de engenharia é a mais antiga do mundo, sua missão é a de proporcionar aos seus alunos uma formação de qualidade para planejar e executar projetos perfeitos e inovadores, do mais alto grau acadêmico, uma formação baseada em um robusto ensino e treinamento, com a finalidade de desenvolver habilidades e atitudes de liderança.

O padrão de ensino implantado tem em sua essência a idealização positiva dos acontecimentos do mundo, com base, principalmente, no pensamento de Auguste Comte e os demais autores das ideias filosóficas positivistas.

1.1 ENTENDENDO A HISTÓRIA DA ENGENHARIA

Ao analisar os fatos que aconteceram no passado, percebemos que a história é marcada por significativos desenvolvimentos que transformaram intensamente o futuro da humanidade, como, por exemplo, a descoberta do fogo, a domesticação dos animais, o aprimoramento e aproveitamento da agricultura para o cultivo e a inauguração das cidades.

É importante destacar que durante a evolução da sociedade se desenvolveu também a capacidade do ser humano em dar formas a objetos naturais e transformá-los para determinadas finalidades, como a fabricação de ferramentas e utensílios domésticos para sua própria sobrevivência. Esta habilidade em realizar a transformação dos materiais é responsável pelo estágio de desenvolvimento do mundo atual em que vivemos.

O progresso da sociedade também é consequência do surgimento e do permanente aprimoramento de um estilo de pessoa preocupada com a constante melhoria de técnicas. Também se deve ao surgimento de um novo modelo intelectual com fundamento no ensino técnico e uma presente integração com os processos através do desenvolvimento das novas tecnologias aplicadas.

Com o novo modelo de organização social, o ser humano começou a se dedicar a novas explorações e promover novas ações de maior impacto, para que seja possível sustentar o seu modelo de vida, suas ambições e organização social. Durante o passar do tempo, novas criações foram feitas e aperfeiçoadas pelos artesãos, assim como os conhecimentos, transmitindo suas técnicas de fabricação para as novas gerações.

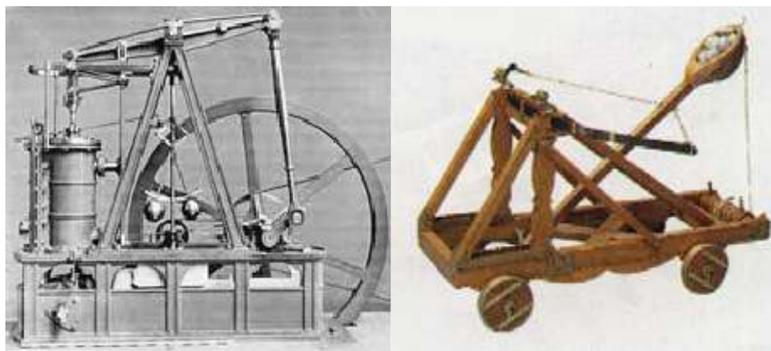
2 A ORIGEM E A EVOLUÇÃO DA ENGENHARIA

Segundo Bazzo e Pereira (2011), desde a origem dos primeiros trabalhos manuais, muita coisa mudou, houve uma grande evolução e sofisticação, assim como a diversidade e flexibilidade técnica dos processos e produtos produzidos. Foram instituídos mecanismos para que fosse possível analisar em profundidade todas as questões voltadas às técnicas utilizadas.

Através deste processo de evolução, houve a revelação de forma gradual de profissionais especialistas na análise e solução de problemas, que inicialmente não tinham a preocupação com os fundamentos teóricos de suas técnicas; interessava a eles construir dispositivos, estruturas, equipamentos apenas com base em experiências já realizadas no passado, buscando aprimorar estes processos.

Na figura abaixo têm-se exemplos de equipamentos desenvolvidos de forma experimental, como a máquina a vapor e a catapulta medieval.

FIGURA 1 - MÁQUINA A VAPOR E CATAPULTA MEDIEVAL



FONTE: Disponível em: <<http://www.mundoeducacao.com/fisica/o-calor-tambem-energia.htm>>. Acesso em: 31 jun. 2015.

2.1 A EVOLUÇÃO DAS HABILIDADES TÉCNICAS

As habilidades técnicas eram reconhecidas como uma dádiva dos deuses ou exclusividade de algumas pessoas, porém, a realidade é que os indivíduos que obtinham o poder das técnicas mais complexas tinham benefícios.

O profissional de engenharia surgiu através da acelerada expansão dos conhecimentos científicos e seu aproveitamento na resolução de problemas práticos. O surgimento da engenharia foi o resultado de um sistema de melhoria que ocorreu durante milhares de anos.

De forma gradual, a profissão de engenharia vai se estruturando, resultado principalmente da evolução da matemática, através do investimento em estudos de fenômenos físicos e experimentos realizados.

O desenvolvimento da engenharia foi qualificado pela grande energia do ser humano dedicada às novas invenções, espírito empreendedor e no aperfeiçoamento de elementos que aprimorassem os recursos naturais existentes, como as armas, estradas, pontes, automóveis, casas, máquinas etc.

Bazzo e Pereira (2011) qualificam o engenheiro como um profissional que associa conhecimentos da ciência, da matemática e da economia para solucionar problemas técnicos que se apresentam na sociedade.

Se, na engenharia do passado, os equipamentos eram construídos com o suporte em causas operacionais, adotando como referência a experiência dos antepassados, a engenharia moderna é executada com base em projetos teóricos, fundamentados em caracterização científica, em teses formalmente estudadas e com experiência realizada em laboratório e com metodologia estruturada.

De acordo com Bazzo e Pereira (2011), é uma aprendizagem sistematizada, no que diz respeito a conceitos como a composição da matéria, os elementos eletromagnéticos, a composição química dos materiais, as leis da mecânica, a transferência de energia, as modelagens matemáticas dos fenômenos físicos, os quais passam a fazer parte da nova engenharia.

A metodologia do ensino atual de engenharia destaca os conhecimentos nas áreas da matemática, da ciência e da economia, convertendo a engenharia em uma ciência aplicada. Ao analisar a história, estes fatos não eram considerados assim. O ser humano se desenvolveu no momento em que superou alguns dos combates contra os fenômenos da natureza, como desviar os rios, derrubar árvores e minerando as terras.

2.2 DEFINIÇÃO DE PROBLEMA

Um problema é uma condição enfrentada por uma pessoa sem solução evidente no momento. Clive e Little (2010) sugerem vários tipos de problemas que um engenheiro enfrenta:

- Problemas de Pesquisa: determinam que uma suposição seja comprovada.
- Problemas de Conhecimento: acontece quando um indivíduo encontra uma determinada situação em que não entende do assunto.
- Problemas de Defeitos: surgem quando os equipamentos têm um desempenho inesperado ou impróprio para o momento.
- Problemas Matemáticos: em geral são encontrados por engenheiros, que têm como principal objetivo delinear os fenômenos físicos através dos padrões matemáticos.
- Problemas de Recursos: são os casos mais comuns a serem encontrados na sociedade atual, parece nunca haver o suficiente para realizar determinada tarefa.
- Problemas Sociais: se caracterizam pela falta de mão de obra em determinada região e mudanças culturais.
- Problemas de Projetos: para que seja possível solucionar, este tipo de problema deve ser bem identificado e detalhado, para que seja possível entender e posteriormente buscar uma solução; de forma geral não é estruturado, pois suas soluções não podem ser encontradas através de aplicações matemáticas.

Tradicionalmente, as especificações de fabricação eram apresentadas em um arranjo de desenhos, números e textos, demonstrando as especificidades dos produtos.

2.3 ACONTECIMENTOS HISTÓRICOS IMPORTANTES

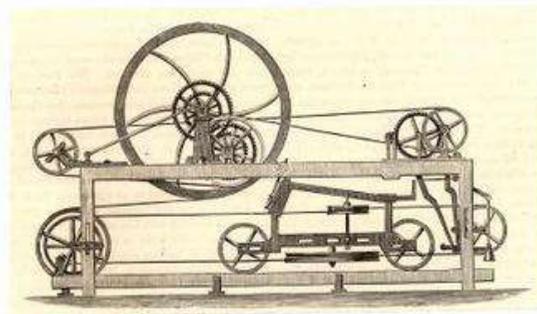
A aplicação da tecnologia somente despontou há cerca de 400 anos, mas foi reconhecida na época da Revolução Industrial, quando se verificou que o que era produzido pelo homem poderia ser melhor se fossem utilizados ensinamentos fundamentais das ciências. Antes, porém, um dos pioneiros que vislumbrou esse caminho foi Leonardo da Vinci (1452-1519), que unificava o saber da teoria com a prática.

Um fato importante para a propagação da ciência e das técnicas foi instituído por volta de 1450, quando Johannes Gensfleisch Gutenberg (1400-1468), a partir de uma antiga criação dos chineses, que foi melhorada com a implantação de móveis metálicos na sua estrutura gráfica, mecanizou o processo com uma impressão mais rápida e eficiente (BAZZO; PEREIRA, 2011).

Podemos atribuir a Galileu Galilei a importância de ser um dos principais precursores da inteligência científica moderna. Já com a metodologia científica, estruturada por René Descartes (filósofo, físico e matemático francês), um tema a ser pesquisado, após ser analisado e ter sido estabelecida uma determinada causa, propõe-se que seja dividido em fragmentos para que seja mais fácil analisar os dados individualmente, e posteriormente ter-se um resultado mais eficaz.

Um acontecimento relevante na Revolução Industrial foi a inauguração do protótipo de uma máquina a vapor no processo de tecelagem em uma indústria têxtil, em 1782, assim como o primeiro modelo de tear mecânico, inventado pelo inglês Cartwright, em 1785, conforme representa a figura a seguir.

FIGURA 2 - MODELO DO PRIMEIRO TEAR MECÂNICO



FONTE: Disponível em: <http://www.ehow.com.br/substituido-tear-mecanico-info_128477/>. Acesso em: 31 jun. 2015.

O processo de desenvolvimento da industrialização foi o emprego do motor elétrico como fonte de energia, onde há a troca de complexos sistemas de rendimento de energia. O primeiro gerador elétrico foi arquitetado pelo francês Hyppolyte Pixii, em 1832, porém, apenas em 1871 este mecanismo foi utilizado na prática.

Conforme informações dos historiadores, o primeiro registro do cargo de engenheiro se deu na Itália. A palavra engenheiro deriva da palavra latina *ingenium*, que quer dizer engenho ou habilidade. Apenas no ano de 1814 a expressão engenharia foi adicionada ao dicionário de língua portuguesa.

O primeiro diploma de engenheiro foi adquirido pelo inglês John Smeaton (1724-1792), que foi autointitulado como engenheiro civil. Primeiramente esta denominação se enquadrava em muitos países para especificar todas as áreas da engenharia que não faziam parte de serviços públicos ou do Estado.

Segundo Holtzapple e Reece (2014), um engenheiro era simplesmente um indivíduo que declarava ser adequadamente qualificado em uma determinada área de atuação. Dessa forma, ser considerado um bom profissional significava não apenas dominar uma série de conhecimentos, mas também satisfazer a certos padrões de comportamento.

O conceito moderno de profissional se tornou convencional, desta forma, considera-se que um profissional deve ter as seguintes qualidades:

- Intenso treinamento intelectual: os profissionais devem se aprimorar de forma constante, preferencialmente na sua área de atuação.
- Aprovação em prova de qualificação: é importante se ter um controle, demonstrar e dominar suas habilidades, competências e atitudes.
- Habilidades fundamentais: aplicação correta das habilidades que são essenciais para a sua área de atuação.
- Monopólio de mercado de trabalho: a sociedade aplica aos profissionais a propriedade de trabalho em sua área de atividade.
- Autonomia na profissão: a sociedade oferece aos profissionais a capacidade de se determinar as regras para cada função.
- Código de ética: as regras de comportamento para os profissionais são conduzidas por normas preestabelecidas em cada segmento.

3 ESCOLAS TÉCNICAS PARA O ENSINO DE ENGENHARIA

No século XVIII, vários cientistas franceses colaboraram para a formação do intelecto científico, que teve como resultado a fundação, em Paris, no ano de 1794, da *École Polytechnique*, que tinha como principal objetivo educar, instruir e preparar a ministração de práticas da matemática e aplicação aos problemas de engenharia.

O método de ensino aplicado na Politécnica de Paris seleciona as mais diversas ciências que contribuem com a formação do engenheiro e estabelece o currículo da engenharia em grupos de conteúdos básicos e aplicados. Esse padrão vem sendo mantido durante o processo de organização dos cursos até os dias atuais; embora haja uma prevista resistência deste padrão, há muitas avaliações e há uma equipe de pesquisadores que vem desenvolvendo um modelo alternativo.

No ano de 1506, em Veneza, foi fundada a primeira escola dedicada à formação de engenheiros e artilheiros. Em seguida houve um expressivo desenvolvimento técnico em áreas como a extração de minérios; siderurgia e metalurgia; construção de pontes, estradas e canais, o que estabelecia o fundamento da engenharia civil.

Com base no constante desenvolvimento técnico, a engenharia tem uma evolução cada vez mais rápida, de forma contínua, relacionada intensamente com o surgimento de escolas para a instrução, capacitação e qualificação de engenheiros.

A partir da fundação de escolas e institutos, o ensino de técnicas modernas foi aumentando, expandindo a administração dos conceitos de ciência à tecnologia. Nos Estados Unidos, a primeira escola neste modelo foi *Rensselaer Polytechnic Institute*, fundada em 1824. Os objetivos e metodologia de ensino eram de repassar conceitos teóricos e treinar as técnicas e processos, diferentemente da *École Polytechnique*, constituindo uma divisão da engenharia em dois domínios, os engenheiros práticos e os teóricos.

Deve ser analisada uma diferença principal entre as primeiras escolas de engenharia e o modelo atual. O ensino era voltado para aprimorar as habilidades técnicas dos processos, hoje a responsabilidade maior é formar e educar para contribuir no futuro profissional com um embasamento teórico sólido para que tenha competência para agir de forma eficiente.

4 HISTÓRICO DA ENGENHARIA NO BRASIL

Há certa dificuldade em determinar o início dos trabalhos de engenharia no Brasil, avalia-se que seja a partir da construção da edificação de construções mais complexas e elaboradas, fabricadas pelos primeiros colonizadores.

A Figura 3 representa o exemplo de uma casa construída por um engenheiro no Brasil, segundo patrimônio histórico, na década de 40.

FIGURA 3 - PRIMEIRA CASA CONSTRUÍDA POR ENGENHEIRO NO BRASIL



FONTE: Disponível em: <<http://www.imaculada.org/1803006/Cronologia1722.htm>>. Acesso em: 31 jun. 2015.

O processo de evolução da engenharia no Brasil manteve-se por muito tempo moroso, pois nesta época a economia brasileira era sistematizada no trabalho escravo, que se caracterizava por mão de obra muito barata e, portanto, não sendo atrativa para a monarquia capitalista a instalação de indústrias na região (BAZZO; PEREIRA, 2011).

Segundo registros históricos, o acontecimento mais antigo com relação ao ensino de engenharia no Brasil, conforme explicado pelo autor Pedro C. da Silva Telles em seu livro: *História da Engenharia no Brasil*, foi a contratação do holandês Miguel Timermans - um engenheiro militar que esteve no Brasil de 1648 a 1650 e que foi o responsável por instruir e qualificar adeptos.

4.1 INÍCIO DA FORMAÇÃO DE ENGENHARIA NO BRASIL

A primeira instituição de ensino convencional de engenharia foi a Academia Real Militar, fundada em 4 de dezembro de 1810 pelo príncipe regente Rei D. João VI. Com o passar do tempo, a escola passou por várias reformas e modificações em sua estrutura física e metodologia de ensino.

A partir de outubro do ano de 1823, um decreto autorizou a matrícula de estudantes civis, que não mais eram exigidos a fazer parte do Exército. Outras mudanças aconteceram, como a lei especificada no Decreto nº 2,116, em 1º de março de 1858, a partir da nova sistematização das instituições militares, que passou a ser nomeada Escola Central, onde o ensino é dedicado às áreas exatas de matemática e Ciências Físicas e Naturais e também das ideologias da engenharia.

No ano de 1874, por meio do Decreto nº 5.600, foi instituída a Escola Politécnica do Rio de Janeiro, anterior Escola Central. Ainda no século XIX, mais cinco instituições de ensino de Engenharia foram fundadas: A Politécnica de São Paulo, a Politécnica do *Mackenzie College* e a Escola de Engenharia do Recife, a Politécnica da Bahia e a Escola de Engenharia de Porto Alegre.

Em 1808 iniciaram-se os primeiros serviços na indústria, com domínio da fabricação de algodão, e ao longo do Segundo Reinado, entre 1840-1889 iniciaram as primeiras atividades em manufaturas e fábricas. Até o ano de 1946 já havia 15 estabelecimentos de ensino de engenharia no Brasil, nos dias atuais existem muitas outras, assim como a diversificação de áreas, sendo ofertados milhares de cursos.

5 INTRODUÇÃO À ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

As soluções de problemas industriais são relacionadas ao estado do local e as condições regionais, desta forma, as resoluções aplicadas em outros países não podem ser implementadas na íntegra, devido às diferenças de estrutura organizacional das empresas do Brasil, do contexto econômico, entre outros fatores.

Os engenheiros têm por responsabilidade indicar, detectar, analisar e solucionar problemas, a ação de resolver problemas resume a importância da engenharia, sendo fundamental para sua realização.

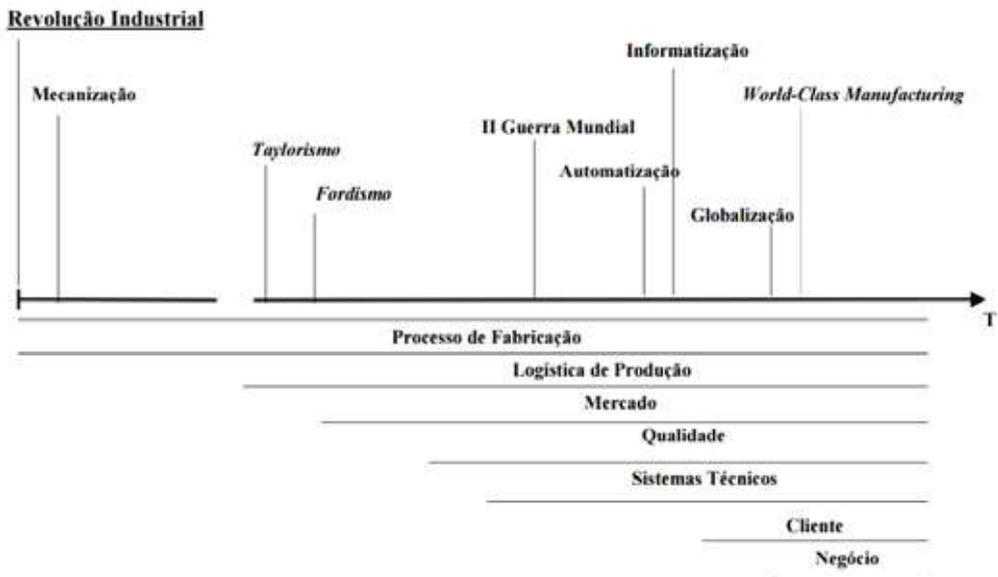
Para se encontrar a resolução é necessário buscar a identificação e entendimento, pois uma necessidade apenas passa a ser um problema se precisamente descrita.

O estudo das Ciências da Engenharia vem acompanhando as demandas da sociedade moderna durante a história e através do aprimoramento e das novas técnicas desenvolvidas pelos processos industriais. Desde a evolução do processo industrial, através das formas de produção inicialmente artesanal, e após fase de produção em massa, com o sistema de Fordismo.

Durante o acontecimento da Revolução Industrial, a Engenharia se divide em duas fases de especialização: a militar e a civil. O desenvolvimento da educação na área da Engenharia levou à necessidade de se buscar conhecimento nas demais áreas do setor industrial, como: na logística, qualidade, sistemas de informação, processos de fabricação, mercado.

Na figura a seguir é apresentada uma linha do tempo com os principais acontecimentos na área da Engenharia de Produção.

FIGURA 4 - LINHA DO TEMPO DA ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



FONTE: Disponível em: <<http://www.abepro.org.br/>>. Acesso em: 13 jun. 2015.

5.1 CONCEITO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

O estudo da engenharia de produção aplica-se ao conhecimento, melhoria e implementação de sistemas que compreendem pessoas, materiais, informações, equipamentos, energia e o máximo conhecimento, habilidades e atitudes.

Durante o emprego do conhecimento especializado em matemática, física e gestão, somando-se a análise e projeto de engenharia, é requerido que o profissional tenha condições de especificar, prever e analisar os resultados obtidos.

Para Clive e Little (2010), o conceito de produto é determinado como o resultado de qualquer ação técnica humana, enquanto o processo é um conjunto de atividades fundamentadas em técnicas, que tem como objetivo produzir algo.

O termo sistema é um projeto completo de todos os recursos para produção de um produto: máquinas, materiais, energias, informação de ordem econômica, aplicações técnicas e mão de obra necessária para alcançar uma meta de fabricação específica.

6 PROJETOS DE ENGENHARIA

É através do projeto que se emprega os conhecimentos técnicos e científicos. Ao projetar, um engenheiro aproveita mais que conhecimentos convencionais específicos na sua área de atuação.

Utiliza também conhecimentos e informações econômicas, éticas e sociais, além de experiências práticas e bom senso, dá fundamento à concepção e criação de algo novo, que tenha condições de atender às necessidades da sociedade. O projeto é a essência da engenharia.

6.1 CONCEITO DE PROJETO

O conceito de projeto na engenharia é o exercício que compreende a ciência, arte, estudos nos mais diversos temas do conhecimento humano, o que requer experiência do indivíduo que desenvolve. Projeto é a soma de atividades com o principal objetivo de resolver um problema específico.

Para Holtzapple e Reece (2014), o projeto também pode ser entendido como um conjunto de métodos especializados, que quando colocado em prática tem como consequência um produto completo ou um conjunto de informações que será disponibilizado a um cliente.

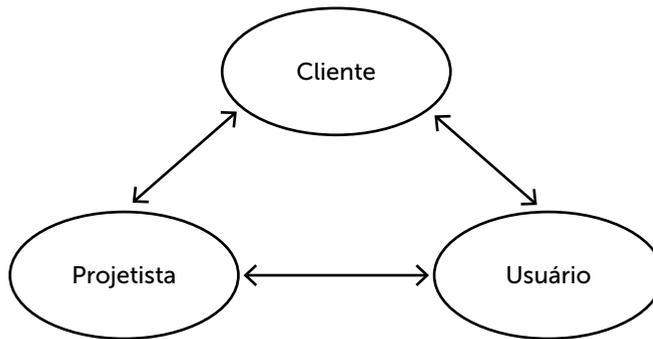
Entende-se como projeto de engenharia um processo sistêmico e inteligente no qual os projetistas desenvolvem, analisam e detalham estruturas

para máquinas, sistemas ou processos, para atender às necessidades e expectativas dos usuários, assim como satisfazer as restrições específicas.

Durante o processo de desenvolvimento do projeto de um produto são identificados três personagens: o projetista, o cliente (indivíduos ou empresa que deseja a realização do projeto) e o usuário (que de fato irá utilizar o produto que está sendo projetado, ou seja, os consumidores), conforme representa a Figura 5.

É de suma importância que o projetista e o cliente entendam o que o usuário quer com o produto a ser projetado.

FIGURA 5 - TRIÂNGULO PROJETISTA-CLIENTE-USUÁRIO



FONTE: Clive e Litle (2010, p. 26)

Os projetistas da área de engenharia executam suas atividades em diversos tipos de ambientes, empresas de pequeno, médio e grande porte, empreendimentos no início do negócio, áreas governamentais, instituições sem fins lucrativos, empresas de prestação de serviços de engenharia.

Baseado nas observações de Litle e Clive (2010, p. 38), assim se caracteriza a evolução do projeto em engenharia:

[...] A engenharia concomitante, outra ideia recente, se refere ao processo no qual projetista, especialistas em manufatura e aqueles preocupados com o ciclo de vida do produto (por exemplo, aquisição, suporte, uso e manutenção) trabalham em conjunto, com outros envolvidos no projeto, de modo que podem projetar o artefato coletiva e concomitantemente. Desta forma, trabalha para capturar a intenção do projetista, integrando as atividades de processo e fabricação [...].

Para buscar a solução de um problema, o engenheiro precisa realizar um projeto, pois será através da aplicação metodológica de seus conhecimentos técnicos e científicos que irá buscar o entendimento do problema. Esses profissionais também utilizam seus estudos nas áreas econômicas, éticas e sociais, além de sua experiência prática.

De uma maneira geral, Holtzaple e Reece (2014) analisam duas características diferentes de projetos:

- **Projeto por evolução:** é o modelo que procede da adequação, arranjo ou transformação de um produto ou serviço já desenvolvido, neste sentido pode ficar limitado ao formato ou às dimensões do produto. Estas variações surgem a partir da rápida evolução e o uso das tecnologias, ou novas descobertas científicas. Com esses progressos há possibilidade de se buscar as melhorias nos produtos já existentes.
- **Projeto por inovação:** é desenvolvido a partir do emprego de conhecimentos ainda não experimentados e testados, geralmente é um retorno a uma expansão científica, que origina uma associação de técnicas e sua aplicação, que pode mudar as práticas existentes. Este tipo de projeto resulta em novos produtos.

No contexto de engenharia, o projetista determina uma definição delineada do produto ou equipamento a ser produzido, de modo a facilitar a fabricação e montagem, para isso é necessário realizar a separação de plano para produção. A especificação deve ser de forma integral, pois pode afetar a qualidade do projeto.

Segundo Clive e Little (2010), a definição de projetos orientados a sistemas é, de um modo geral, como uma atividade dirigida a um objetivo e concretizada por seres humanos, submetida a observações; todo projeto é o início de um sistema, pois sistemas e processos devem atuar dentro de seu clima e ambiente.

6.2 PROCESSO DE PROJETO

O processo de desenvolvimento do projeto se dá com o emprego de uma metodologia de trabalho, com foco na resolução de problemas. O alcance de um bom resultado do projeto depende da utilização de um bom processo que auxilie na resolução de problemas, sendo assim um fator determinante.

Apesar de, em muitos acontecimentos, possa parecer extenso e complexo, o processo de um projeto, de acordo com Bazzo e Pereira (2013), a sequência pode ser representada de forma simplificada. As metodologias aplicadas nos processos dos projetos têm avançado de forma significativa, sendo aperfeiçoadas a partir de experiências realizadas.

Mesmo que os profissionais da engenharia utilizem os conhecimentos originados pela aplicação de métodos científicos, há certa diferença entre as atividades desenvolvidas por engenheiros e cientistas. Enquanto os cientistas têm o objetivo de descobrir o que é, os engenheiros têm o interesse em projetar o que será.

Conforme Holtzaple e Reece (2014), para que seja possível alcançar as suas metas, os engenheiros empregam o método de projeto de engenharia, que é apresentado de modo genérico:

1. Identificar e definir o problema.
2. Reunir a equipe de projeto.
3. Identificar as restrições e critérios para alcançar o resultado esperado.
4. Buscar as soluções.
5. Avaliar cada solução em potencial.
6. Classificar as soluções mais adequadas.
7. Documentar as soluções.
8. Comunicar a solução à gerência.
9. Construir a solução.
10. Verificar e avaliar o desempenho da solução.

A base da formação inicial no curso de Engenharia tem como principal objetivo estimular o senso de análise crítica nos profissionais. Os engenheiros utilizam modelos diferentes nas análises de sistemas físicos. Conforme a complexidade do modelo, pode ser ou não uma reprodução exata da realidade, como apresentado:

- Modelos Qualitativos: sobretudo têm a preocupação com o processo, mais do que com os resultados ou os produtos; o analista utiliza ferramentas para a coleta e diagnóstico dos dados.
- Métodos Matemáticos: a partir do desenvolvimento de um modelo matemático, todo o domínio da matemática está disponível para concluir a representação matemática do sistema.
- Modelos Computacionais Digitais: a partir da definição do modelo matemático mais adequado, este pode ser programado e resolvido com a utilização de um computador digital.
- Modelos Computacionais Analógicos: pode ser utilizado em circuitos eletrônicos, através da configuração e simulação de sistemas físicos; nos dias atuais são raramente utilizados, pois os computadores digitais são mais multifuncionais.
- Modelos Físicos: este gênero de modelagem física é empregado para que seja possível integrar os cálculos dos modelos matemáticos durante o desenvolvimento de um projeto amplo e complexo, no modelo físico é possível examinar diferentes fenômenos físicos.

Segundo Clive e Little (2010), a aplicação das ferramentas do projeto conceitual tem a finalidade de responder aos assuntos que são facilmente apontados nos limites da matemática formal, além de ser muito úteis para a solução de problemas.

6.3 ESTRATÉGIAS, MÉTODOS E MEIOS NO PROCESSO DE PROJETO

Neste subitem serão apresentados, de forma resumida, alguns métodos de projetos elaborados e alguns elementos para obter informações pertinentes ao projeto. A apresentação de técnicas e ferramentas de apoio à decisão visa esclarecer o método para desenvolvimento do projeto de sistemas ou equipamentos. Serão apontados processos de reflexão, funções intelectuais que serão praticadas durante o processo de projeto. Veremos quais são:

1. Pensamento estratégico no desenho do projeto - esta estratégia comum de reflexão sobre o projeto é chamada de responsabilidade mínima, atua em discordância da tomada de decisão antes que tenha um motivo fundamentado para realizar; aplicar a ferramenta de decomposição, isto é, fracionar os problemas maiores em subdivisões menores, assim, os subproblemas podem ter uma interação entre si, que deve ser garantir as soluções.
2. Metodologias formais para a representação do projeto - são apresentadas as seguintes sugestões de métodos que representam práticas como: estabelecer árvores de objetivos, para especificar o projeto do cliente; após a identificação dos objetivos são utilizados gráficos de comparação entre as causas; instituição de métricas; desempenho e novas opções de projeto; avaliação operacional para identificar o que um projeto deve fazer e estabelecer o procedimento para especificação e performance para definição dos critérios.
3. Elementos para permitir e processar conhecimento de projeto - são utilizados elementos, onde informações podem ser concentradas e analisadas para utilização nas técnicas de projeto, são reunidas em três classes: recursos para receber informações, analisar informações alcançadas e medir os resultados em relação à eficiência esperada e formas de obter *feedback* dos clientes, consumidores e usuários (CLIVE; LITTLE, 2010).

RESUMO DO TÓPICO 1

Neste tópico vimos que:

- O desenvolvimento das habilidades do ser humano reflete na evolução da sociedade moderna, proporcionando aos profissionais uma necessidade de melhoria nos processos.
- A origem e a evolução das habilidades técnicas, através do aprimoramento da experiência dos antepassados.
- O avanço do entendimento do conhecimento básico do perfil profissional do engenheiro.
- Definição de problema e classificação dos tipos de problemas.
- Fatos históricos importantes, como a multiplicação da ciência e da melhoria das técnicas utilizadas; o aprimoramento da inteligência científica moderna pelos maiores filósofos e físicos da época, após a Revolução Industrial, a inauguração de novos protótipos de produtos desenvolvidos, o avanço no processo de industrialização, os primeiros profissionais formados na área de Engenharia, as características básicas para formação do engenheiro.
- Criação das primeiras escolas técnicas e institutos para formação em engenharia, com foco em conceitos de ciências e tecnologia, com o objetivo de aprimorar as habilidades técnicas dos processos.
- O processo de evolução da engenharia no Brasil, as primeiras instituições de ensino convencional, metodologia de ensino, início dos primeiros serviços da indústria no Brasil.
- A importância do planejamento e desenvolvimento do projeto para alcançar os resultados esperados, sendo o projeto considerado a essência da engenharia, como um conjunto de atividades com o principal objetivo de análise e solução de um problema específico.
- A padronização das etapas do processo de desenvolvimento de um projeto, assim como as principais metodologias e técnicas aplicadas.
- Entendimento da base da formação inicial no curso de engenharia como principal finalidade para estimular o senso de análise crítica nos profissionais e os diferentes modelos para análises de sistemas.

- As fases do pensamento estratégico no desenho do projeto, a utilização de metodologias formais para a representação do projeto e os elementos para permitir e processar conhecimento de projeto.

AUTOATIVIDADE



1 Quais os principais fatos que marcaram o progresso da sociedade?



2 Quais as principais características dos profissionais de engenharia?

3 Qual fato da história resultou na necessidade de formação no estudo da Engenharia?



4 Quais as principais áreas de estudo são aplicadas às metodologias para a formação do profissional de Engenharia?



5 Através da técnica de classificação, quais os principais tipos de problemas, desafios para o engenheiro?



6 Cite alguns acontecimentos relevantes, na Revolução Industrial, para o processo de desenvolvimento da industrialização.



7 Quais eram os principais objetivos e metodologia de ensino repassados nas primeiras instituições de estudo da engenharia?



8 Qual a definição de sistemas?



9 Qual a definição de projeto?



10 Quais os principais critérios de reflexão durante a definição e desenvolvimento do processo de projeto?





A IMPORTÂNCIA DO NÚCLEO DE CONTEÚDOS BÁSICOS, ESPECÍFICOS E PROFISSIONALIZANTES

1 INTRODUÇÃO

Para satisfazer as diretrizes curriculares modernas para os cursos de engenharia, é importante ter o planejamento de uma grade curricular com flexibilidade de conteúdos, assim como uma carga horária de aulas, que possa ser adaptada conforme a realização das atividades extracurriculares.

A realização das atividades faz a implantação de práticas educacionais para a instituição, através da orientação, apoio e verificação do conteúdo. O núcleo de conteúdos básicos do curso deve compreender, no mínimo, 30% da carga horária mínima de acordo com a CNE/CES 11/2002.

Além da aplicação destes métodos, é necessário desenvolver trabalhos de resumo e integração dos conhecimentos conquistados no decorrer do curso, pois além do desenvolvimento em conhecimentos gerais, profissionais e específicos, o que se espera é que se eduque também um profissional cidadão.

2 A IMPORTÂNCIA DO NÚCLEO DE CONTEÚDOS BÁSICOS, ESPECÍFICOS E PROFISSIONALIZANTES

A formação no curso de graduação em Engenharia de Produção tem como base uma reunião de atividades que integra as disciplinas de conteúdos básicos, conteúdos profissionalizantes e conteúdos específicos seguindo as Diretrizes Curriculares para a Engenharia de Produção da ABEPRO (Associação Brasileira de Engenharia de Produção).

Segundo essa definição, o núcleo de conteúdos básicos deve abordar os conteúdos compartilhados a todos os cursos de engenharia. O núcleo de conteúdos profissionalizantes deverá fornecer fundamento teórico sobre uma composição de áreas.

O núcleo de conteúdos específicos constitui-se em um prolongamento e aperfeiçoamento dos conteúdos do núcleo de conteúdos profissionalizantes, assim como de outros conteúdos dedicados à qualificação das modalidades. Estes conteúdos são unificados com o total da carga horária proposta.

Para preparar profissionais que tenham capacidade de exercer com competência as mais diversas áreas, se faz necessária a realização de cursos bem estruturados, que contemplem um conjunto consistente de conhecimento, como disciplinas teóricas bem fundamentadas, estágios no mercado de trabalho e aulas práticas.

3 IMPORTÂNCIA DAS PRÁTICAS EDUCACIONAIS

O cenário educacional dos dias atuais, no qual o ensino está sendo implementado, está passando por transformações, especialmente com o uso de tecnologias educacionais digitais, resultante do apoio aos processos de ensino e aprendizagem.

Com a prática da inclusão dessas tecnologias no processo de suporte à educação, muitas outras variáveis precisam ser analisadas, pois o recurso tecnológico é um artifício fundamental para o desenvolvimento de muitas opções na realização de novas práticas educacionais, tanto na modalidade de ensino presencial, quanto à distância.

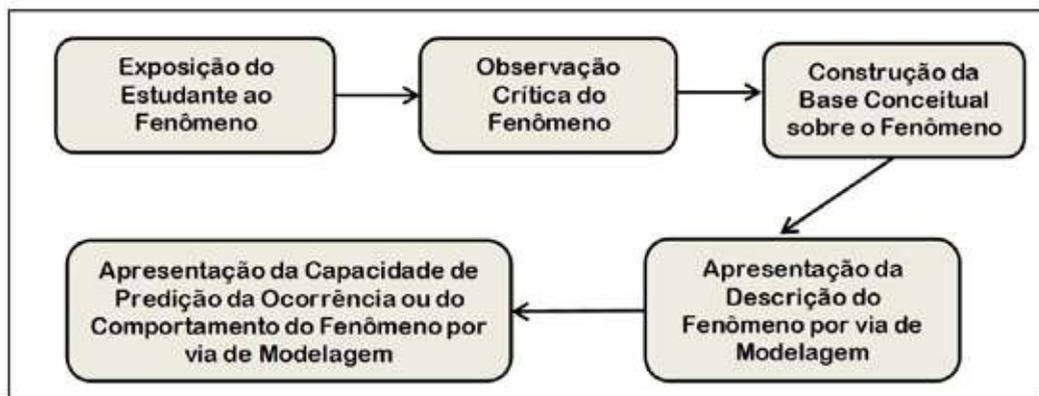
Para Bazzo e Pereira (2013, p. 270), a definição dos objetivos do processo de formação profissional é:

[...] Capacitar indivíduos para que sejam capazes de resolver problemas técnicos específicos. Para atingir estes objetivos os cursos devem ser planejados de forma a fornecer um conjunto de conhecimentos que habilitem os profissionais a dominar uma determinada área de atuação [...].

A análise das etapas de ensino-aprendizagem deve ser feita baseada em uma concepção prática de identificação dos fundamentos implícitos aos elementos que tenham impacto nos conteúdos básicos.

A estruturação da compreensão sobre um embasamento na observação crítica, dirigida pelo professor, mas realizada pelo aluno, onde a apresentação de padrões e técnicas de lógica e matemática somente deve ser executada após a correta compreensão do conceito, conforme apresentado na Figura 6.

FIGURA 6 - PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DE ATIVIDADES PARA A FORMAÇÃO NAS ÁREAS DAS CIÊNCIAS EXATAS APLICADAS À ENGENHARIA



FONTE: Disponível em: <<http://www.abepro.org.br/>>. Acesso em: 13 jun. 2015.

Através da relação dos conteúdos, o que se buscou no momento da organização foi um formato que permitisse um enfoque adaptado conforme a essência do ensino da Engenharia de Produção, conforme classificação da legislação vigente e demais referências da ABEPRO (Associação Brasileira de Engenharia de Produção).

A ABEPRO é uma instituição que representa professores, alunos e profissionais de Engenharia de Produção, trabalha há mais de 20 anos adquirindo o ofício de explicar os deveres e direitos do profissional de Engenharia de Produção na sociedade e em seu mercado de trabalho.

É apresentada a distribuição da porcentagem de carga horária curricular mínima dos conteúdos básicos, profissionalizantes e específicos, para o curso de Engenharia de Produção, conforme mostrado no quadro a seguir.

QUADRO 1 - DISTRIBUIÇÃO DA CARGA HORÁRIA CURRICULAR

Núcleo de Conteúdos / Atividades Curriculares	% Carga horária Mínima
Básico	30
Profissionalizante	15
Específico	15
Total da Carga em Disciplinas Obrigatórias	60
Monografia (Trabalho Final de Curso)	5
Estágio Curricular Obrigatório	5
Disciplinas Opcionais	6

FONTE: Disponível em: <<http://www.abepro.org.br/>>. Acesso em: 13 jun. 2015.

4 NÚCLEO DE CONTEÚDOS BÁSICOS

Além do formato e do sequenciamento das disciplinas, é importante que estas possam estar organizadas conforme conceitos e objetivos por áreas relacionadas com os conhecimentos básicos a serem ensinados no curso.

Para satisfazer a estas diretrizes, neste contexto é desenvolvida uma proposta para adaptação curricular dos conteúdos, conforme estão elaborados em:

➤ Núcleos de Conteúdos Básicos – segundo a resolução do Conselho Nacional de Educação CNE/CES 11 prevê:

Art. 6º Todo curso de Engenharia, independente de sua modalidade, deve possuir em seu currículo um núcleo de conteúdos básicos, um núcleo de conteúdos profissionalizantes e um núcleo de conteúdos específicos que caracterizem a modalidade.

O núcleo de conteúdos básicos tem fundamento na essência do conhecimento de engenharia, esta reunião de conhecimentos possibilita ao engenheiro desenvolver competências, habilidades e atitudes para compreender um mecanismo a ser indicado ou que já existe, em terminações de seus vários objetivos.

Permite que seja efetuada uma separação dos conteúdos, definindo as suas fragilidades, assim como possibilita restaurar as conexões entre estas forças. Ainda, assegura que o engenheiro tenha a capacidade de preparar um padrão físico/matemático que represente o objetivo de anteceder um mecanismo a ser instituído ou uma proposta para solucionar problemas em uma estrutura já existente.

A eficiência no ensino das disciplinas com conteúdo de formação básica tem a finalidade de oferecer ao aluno uma formação básica científica e tecnológica, que colabore com os ambientes mais apropriados para o desenvolvimento de uma concepção crítica sobre o contexto em que está introduzida a sua profissão.

Com a implantação de práticas e instrumentos padronizados de avaliação para todos os cursos de Engenharia, a partir de 2006, com relação ao uso dos laboratórios, a ABEPRO teve a definição de diretrizes para que seja possível definir quais laboratórios eram essenciais como elemento integrante dos cursos de Engenharia de Produção.

Em 2007, a ABEPRO desenvolveu uma proposta de laboratórios indicados para o curso de Engenharia de Produção, estes laboratórios estão organizados conforme as premissas dos núcleos de conteúdos básicos, profissionalizantes e específicos.

4.1 LABORATÓRIOS PARA O NÚCLEO DE CONTEÚDOS BÁSICOS

Os laboratórios sugeridos para a realização de práticas para o Núcleo de Conteúdos Básicos são:

- Laboratório de Física: utilizado para a realização de práticas pertinentes aos assuntos de sistema de medição, cinemática, dinâmica, gravitação, eletrostática, eletromagnetismo, eletrodinâmica, óptica, ondas e termodinâmica.
- Laboratório de Química: utilizado para a realização de práticas pertinentes aos assuntos de propriedades da matéria, soluções, ligações químicas, físico-química, reações químicas, eletroquímica, equilíbrio químico, estequiometria.
- Laboratório de Informática: utilizado para a realização de práticas pertinentes aos assuntos de estruturação de algoritmos, lógica e linguagens de programação, editoração de texto, planilhas, banco de dados, gráficos e apresentações.
- Laboratório de Expressão Gráfica: utilizado para a realização de práticas pertinentes aos assuntos de desenho à mão livre, desenho geométrico, geometria descritiva e desenho técnico com a utilização de instrumentos de uso manual e computacional.
- Laboratório de Ciência e Tecnologia dos Materiais: utilizado para a realização de práticas pertinentes aos assuntos de propriedades dos materiais, ensaios destrutivos e não destrutivos de materiais, micrografia e macrografia.
- Laboratório de Cálculo Numérico: utilizado para a realização de práticas pertinentes aos assuntos de estruturação e implementação de algoritmos, em linguagem de programação, para a solução numérica de problemas de engenharia.
- Laboratório de Fenômenos de Transporte: utilizado para a realização de práticas pertinentes aos assuntos de mecânica dos fluidos e transferência de calor e massa que possibilita o entendimento prático dos fenômenos naturais subjacentes aos princípios de funcionamento dos objetos de engenharia (equipamentos, máquinas e processos).

5 NÚCLEO DE CONTEÚDOS PROFISSIONALIZANTES

O núcleo de conteúdos profissionalizantes do curso de Engenharia de Produção precisa ter a composição de, no mínimo, 15% da carga horária, conforme a resolução da CNE/CES 11/2002. Ao analisar na grade dos cursos existentes, como disciplinas diferenciadas, aliando a teoria e a prática em um mesmo conteúdo.

Um enfoque que se analisa, principalmente nas disciplinas básicas, e por serem ofertadas na grade curricular de vários cursos, as disciplinas não se referem a um assunto específico da aplicação dos conteúdos. Com a finalidade de mitigar os resultados da separação entre teoria e prática e de diferentes conteúdos do curso, este formato possibilita aos discentes um treinamento em metodologia de pesquisa e a formação de habilidades em comunicação oral e escrita.

As disciplinas focadas no conteúdo da construção profissional têm como propósito facilitar a capacitação das ferramentas de engenharia ao aluno através da padronização de métodos de análise e de sinopse, e especialização da teoria e prática, aplicadas nas disciplinas de formação básica.

As disciplinas com assuntos de formação profissional são essenciais, dedicam seus estudos sobre uma reunião relativa de tópicos e têm o objetivo de proporcionar a capacitação operacional ao aluno, através da implantação de práticas de análise e de resumo, e aperfeiçoamento da teoria e da prática.

5.1 LABORATÓRIOS PARA O NÚCLEO DE CONTEÚDOS PROFISSIONALIZANTES

Os laboratórios sugeridos para a realização de práticas para o Núcleo de Conteúdos Profissionalizantes são:

- Laboratórios de Processos de produção discretos e contínuos: utilizados para a realização de práticas pertinentes aos assuntos de processos de transformação e automação da manufatura.
 - Cursos de Engenharia de Produção (pleno) - Processos de Natureza Mecânica: fabricação de componentes mecânicos: fundição, conformação e usinagem; processos de condição química: sistemas térmicos de agitação e mistura de fluidos e sólidos; troca térmica entre fluidos; automação dos processos industriais; equipamentos automatizados (robótica, fabricação e montagem; transporte, manipulação e armazenagem).
 - Cursos de Engenharia de Produção com Habilitações/Ênfase: além dos materiais pertinentes aos cursos de Engenharia de Produção (pleno), esses cursos deverão apresentar os laboratórios de processos de produção relacionados à área de habilitação/ênfase do curso.
- Laboratório de Eletrotécnica: utilizado para a realização de práticas pertinentes aos assuntos de circuitos elétricos de potência, máquinas elétricas, transformadores, dispositivos eletrônicos de proteção, eletrônica de potência.
- Laboratório de Metrologia: práticas relacionadas com a mensuração, a coleta e o tratamento de valores referentes às grandezas físicas.

6 NÚCLEO DE CONTEÚDOS ESPECÍFICOS

O núcleo de conteúdos específicos deve corresponder a, no mínimo, 15% da carga horária total mínima prevista para o curso de Engenharia de Produção, tem uma constituição em dimensões e introdução de conteúdos do núcleo de conteúdos profissionalizantes, assim como de outros conteúdos dedicados à caracterização das modalidades.

A essência destes conhecimentos científicos, tecnológicos e instrumentais é importante para determinar as modalidades de engenharia e tem a finalidade de assegurar a formação das competências, habilidades e atitudes definidas nestas diretrizes.

A reunião dos conteúdos específicos essenciais, unificados às disciplinas opcionais, possibilita ao discente tempo para se dedicar aos conteúdos para que tenha um conhecimento mais específico. Esta atividade permite que, além do que estabelece a legislação da Educação, proporciona ao estudante a capacidade de ir além do requisito mínimo exigido para a modalidade Engenharia de Produção. Tem como principal objetivo as amplitudes e introduz os conteúdos dedicados a caracterizar as modalidades, compostos de estudos científicos, tecnológicos e adaptação que procuram o refinamento de técnicas importantes para a descrição das modalidades de engenharia.

O núcleo de conteúdos específicos constitui-se em um prolongamento e aperfeiçoamento dos conteúdos do núcleo de conteúdos profissionalizantes, assim como de outros conteúdos dedicados à qualificação das modalidades. Estes conteúdos são unificados com o total da carga horária proposta.

Compreende-se como princípios fundamentais do Núcleo de Conteúdos Específicos:

- Trabalho de Final de Curso
- Estágio Curricular Obrigatório
- Núcleo de Aprofundamentos e Extensões, composto por Disciplinas Optativas.

Sobre as disciplinas optativas, os assuntos são aperfeiçoados e são realizados nas diretrizes já concretizadas em um curso de Engenharia, à medida que as proporções acontecem através de pontos de vista inovadores.

6.1 LABORATÓRIOS PARA O NÚCLEO DE CONTEÚDOS ESPECÍFICOS

Os laboratórios sugeridos para a realização de práticas para o Núcleo de Conteúdos Específicos são:

- Laboratório de Engenharia de Produção: utilizado para a realização de práticas pertinentes às atividades desenvolvidas nos laboratórios de informática com *softwares* específicos, com a finalidade de realizar as práticas dos assuntos de Planejamento e Controle da Produção, Pesquisa Operacional, Logística, Projeto de Fábrica, Processos de Produção, Controle Estatístico de Processos, Análise de Investimentos, Ergonomia, Processo de Desenvolvimento de Produto e Manutenção.

- Laboratório de Engenharia do Trabalho: utilizado para a realização de práticas pertinentes aos assuntos de medições físicas de análise e adaptação biomecânica do trabalho, projeto do trabalho e ambiental, conhecimento de metodologias e o emprego de equipamentos de proteção individual e coletiva.
- Laboratório de Engenharia do Produto: utilizado para a realização de práticas pertinentes aos assuntos de metodologias para o desenvolvimento de novos produtos, que compreendem a importância dos projetos estruturais e detalhados, assim como a preparação de protótipos e/ou maquetes.
- Laboratório de Engenharia de Fábrica: utilizado para a realização de práticas pertinentes aos assuntos de desenvolvimento e/ou utilização de bancadas didáticas para entendimento de conceitos relacionados ao projeto de fábrica, logística, Planejamento e Controle da Produção, Processos Produtivos.
- Laboratório de Engenharia da Sustentabilidade: utilizado para a realização de práticas pertinentes aos assuntos de tratamento, acondicionamento e aproveitamento de efluentes e resíduos; e com os princípios de conversão e transformação de energia (química-térmica-mecânica-elétrica).

7 DIRETRIZES CURRICULARES PARA A ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Para compreender a complexidade das áreas de engenharia, devemos analisar não apenas as demandas técnicas, mas também social, ambiental, econômica e demais áreas em que o engenheiro atua direta ou indiretamente.

Para Bazzo e Pereira (2013), para que os profissionais de engenharia tenham uma formação de qualidade, atuando com competência, habilidade e atitudes em suas diversas áreas, é importante que as instituições de ensino ofereçam cursos bem elaborados, capazes de associar todos os conhecimentos necessários.

No ano de 1977, o Ministério da Educação instituiu um decreto que determina para os cursos de Engenharia a necessidade de ofertar uma matriz curricular mínima, em que as diversas matérias das áreas de formação básica, geral, profissional geral e profissional específica devem possuir uma carga horária mínima, a ser proposta em disciplinas específicas de graduação, certificando assim a formação profissional do engenheiro.

A CES/CNE (Câmara de Educação Superior do Conselho Nacional de Educação), com o objetivo de atender às normas propostas na Lei 9.131, de 25 de novembro de 1995, artigo essencial do contexto das atuais Diretrizes Curriculares Nacionais, sancionado pelo Senhor Ministro da Educação, em 22 de fevereiro de 2002, determina:

Artigo 1º esta norma estabelece as diretrizes curriculares nacionais do curso de graduação em Engenharia, a serem consideradas na organização curricular das instituições do Sistema de Educação Superior do país.

Artigo 2º determina as normas, procedências, requisitos e métodos de formação de engenheiros, para cumprimento em domínio nacional na organização, formação e avaliação dos projetos pedagógicos dos Cursos de Graduação em Engenharia das Instituições do Sistema de Ensino Superior.

Artigo 3º tem como representação o discente formado e egresso na profissão de engenheiro, com formação generalista, humanista, crítica e reflexiva, habilitado a compreender e desenvolver novas tecnologias, incentivando a seu desempenho crítico no diagnóstico, análise de causas e resolução de problemas, contemplando seus enfoques políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais, com concepção ética e humanística, para atendimento às necessidades da sociedade.

Artigo 4º a formação do engenheiro tem por finalidade atribuir ao profissional os conhecimentos solicitados para a prática das seguintes capacidades e habilidades gerais, como:

I - Empregar conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais à engenharia.

II - Projetar e administrar testes e compreender os resultados.

III - Representar, projetar e analisar sistemas, produtos e processos.

IV - Planejar, administrar, desenvolver e coordenar projetos e serviços de engenharia.

V - Detectar, estabelecer e solucionar problemas de engenharia.

VI - Aperfeiçoar e/ou empregar novas ferramentas e técnicas.

VI - Controlar o resultado e a manutenção de sistemas.

VII - Avaliar de forma crítica a operacionalização e a manutenção de sistemas.

VIII - Comunicar-se de forma eficiente nas formas escrita, oral e gráfica.

IX - Trabalhar em equipes multidisciplinares.

X - Entender e empregar a ética e a responsabilidade da profissão.

XI - Analisar o impacto das atividades da engenharia no contexto social e ambiental.

XII - Analisar a viabilidade econômica de projetos de engenharia.

XIII - Adotar a atitude da persistente procura de atualização profissional.

Artigo 5º Os cursos de Engenharia devem compreender um projeto pedagógico que confirme de forma clara uma reunião de atividades esperadas, que irá garantir o perfil esperado de seu egresso e o aperfeiçoamento das competências e habilidades.

7.1 LABORATÓRIOS RECOMENDADOS PARA O CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Ante as demandas pertinentes à utilização dos laboratórios que fazem parte da formação prática do curso de Engenharia de Produção, segundo análise de ensino aprendizagem e resolução da ABEPRO, são recomendados os seguintes laboratórios:

- Laboratórios de apoio ao ensino de conteúdos profissionalizantes gerais: é necessária a aquisição de laboratórios que contenham equipamentos para o ensino prático de conteúdos profissionalizantes da formação geral em engenharia. É importante enfatizar o assunto no consumo do produto através dos métodos industriais da matéria-prima, destacando o estudo de conteúdos da física específicos deste método para seu real formato de materialização.
- Laboratórios de apoio ao ensino de conteúdos profissionalizantes específicos: é necessária a aquisição de laboratórios que contenham equipamentos para o ensino prático de conteúdos relacionados à engenharia de produtos (bens ou serviços), processos e informação. A correta utilização dos equipamentos destes laboratórios será fundamental para o desenvolvimento de atividades pedagógicas dedicadas à formação em conteúdos profissionalizantes específicos da Engenharia de Produção, como nas disciplinas de: engenharia de produto, projeto de fábrica, processo produtivo, gerência de produção, qualidade, pesquisa operacional, engenharia de trabalho, estratégia e organizações e gestão econômica.

RESUMO DO TÓPICO 2

Neste tópico vimos que:

- É importante realizar o planejamento de uma grade curricular flexível para adaptar aos conteúdos de atividades extracurriculares.
- O núcleo de conteúdos básicos do curso deve compreender, no mínimo, 30% da carga horária.
- Além da aplicação destes métodos de ensino, é necessário desenvolver exercícios de integração dos conhecimentos adquiridos, pois além do desenvolvimento em conhecimentos gerais, profissionais e específicos, também se formam cidadãos para a sociedade.
- O núcleo de conteúdos básicos deve referir-se aos conteúdos compartilhados a todos os cursos de engenharia.
- O núcleo de conteúdos específicos é formado de uma extensão e aperfeiçoamento dos conteúdos do núcleo de conteúdos profissionalizantes.
- O ambiente educacional atual está passando por transformações, especialmente com o uso de novas tecnologias educacionais digitais, que têm importante papel no ensino e aprendizagem.
- A análise das etapas de ensino-aprendizagem deve ser fundamentada em uma formação prática da identificação dos princípios que tenham impacto nos conteúdos básicos.
- Todos os cursos de Engenharia devem conter em seu currículo um núcleo de conteúdos básicos, um núcleo de conteúdos profissionalizantes e um núcleo de conteúdos específicos que caracterizem a modalidade.
- A eficácia no ensino das disciplinas com conteúdo de formação básica tem o objetivo de oferecer ao aluno uma formação básica científica e tecnológica.
- O núcleo de conteúdos profissionalizantes do curso de Engenharia de Produção precisa ter a composição de, no mínimo, 15% da carga horária total.
- As disciplinas com temas de formação profissional são fundamentais, pois dedicam seus estudos sobre um conjunto de tópicos e têm o objetivo de proporcionar a capacitação operacional.

- O núcleo de conteúdos específicos deve corresponder a, no mínimo, 15% da carga horária total.
- O núcleo de conteúdos específicos tem como principal objetivo a abrangência e estabelece aos conteúdos específicos a caracterização das modalidades, formado pelos estudos científicos e tecnológicos.
- Para a compreensão da diversidade das áreas de engenharia, devemos analisar as ações técnicas, sociais, ambientais, econômica e demais áreas em que o engenheiro atua direta ou indiretamente.

AUTOATIVIDADE



1 Quais são os núcleos de conteúdos dos cursos de engenharia?



2 O núcleo de conteúdos básicos deve compreender qual carga horária mínima para o curso?



3 Cite as principais transformações que estão acontecendo durante a implementação dos processos de ensino-aprendizagem.



4 Qual o princípio essencial para formação do núcleo de conteúdos básicos?



5 Quais os laboratórios sugeridos para a realização de práticas para o Núcleo de Conteúdos Básicos?



6 Quais os laboratórios sugeridos para a realização de práticas para o Núcleo de Conteúdos Profissionalizantes?



7 Quais os laboratórios sugeridos para a realização de práticas para o Núcleo de Conteúdos Específicos?



8 Qual a proposta de projeto pedagógico para o curso de engenharia de produção?





1 INTRODUÇÃO

Dentre as competências e atividades desenvolvidas pelos engenheiros, estão associadas habilidades legais para executar ações que apontem a melhoria e a otimização dos recursos naturais para a consolidação das muitas atividades.

Ao analisar as possíveis áreas de atuação da engenharia, percebe-se que são muitas, impossibilitando assim que uma pessoa só tenha competência para controlar com excelência as áreas da tecnologia, fundamento científico específico, métodos de cálculo e as práticas ligadas às diversas atividades. São várias as alternativas para formação dentro das áreas da engenharia, estas podem ser determinadas tanto em destaque nas áreas específicas quanto em grau de especialização.

A partir das especializações realizadas, podemos destacar a aleatória existência de coincidências entre as competências dos profissionais engenheiros de várias áreas. Geralmente esta coincidência acontece porque nem sempre os limites de atribuições de cada característica estão visivelmente esclarecidos, isso acontece por haver semelhança entre as ações das profissões, que de forma constante busquem novos conhecimentos.

Segundo Bazzo e Pereira (2011), pode-se dizer que o grau de atuação na área da engenharia desenvolve-se horizontal e verticalmente, onde no sentido vertical estão os vários níveis de aperfeiçoamento da profissão e das maneiras de atuar nesta área.

Os cursos de especialização determinam o desempenho através de algumas áreas. Em relação às especificações horizontais, cada uma delas possui características próprias e se aproveita da realização de atividades de uma divisão específica.

2 CRESCIMENTO DO NÚMERO DE MODALIDADES NA ENGENHARIA NO BRASIL

Há poucos anos, no Brasil eram declaradas seis grandes áreas em exercício da engenharia: Mecânica, Civil, Elétrica, Química, Metalúrgica e Minas. Estas eram as áreas para as quais os órgãos oficiais conferiam as competências técnicas aos profissionais de engenharia.

A seguir são apresentadas algumas áreas da engenharia que são ofertadas no Brasil, conforme definição de Bazzo e Pereira (2011):

- Engenharia Aeronáutica: o profissional com formação nesta área atua com projeto, construção e manutenção de aviões, helicópteros, satélites, naves espaciais e instrumentos, utensílios próprios para uso da aviação.
- Engenharia Agrícola: na área de ciências agrárias são apresentados três cursos de engenharia agrícola, florestal e pesca, além do curso de agronomia. O profissional formado nesta área trabalha com a produção agrícola, sendo responsável pela construção de barragens, açudes, sistemas de irrigação e armazenamento de produtos agrícolas.

FIGURA 7 - SÍMBOLO DO CURSO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA



FONTE: Disponível em: <<http://cursos.unipampa.edu.br/cursos/engenhariaagricola/>>. Acesso em: 15 jun. 2015.

- Engenharia Agrimensura: o profissional formado nesta área tem como principais atribuições pesquisar, definir e dividir espaços físicos, aprovisionando informações para a realização de obras civis. Realiza suas atividades através de levantamentos topográficos para implantação de loteamentos, sistemas de saneamento, irrigação e drenagem.
- Engenharia Agronomia: o profissional formado nesta área atua direta e indiretamente na realização de atividades na agropecuária, trabalhando com recursos naturais como solo, água e ar. É responsável pela mecanização e automação dos equipamentos utilizados na zona rural e pelo melhoramento animal e vegetal, defesa sanitária e manuseio de produtos químicos agrícolas.

FIGURA 8 - SÍMBOLO DO CURSO DE ENGENHARIA AGRÔNOMA



FONTE: Disponível em: <<http://portal.urisantiago.br/noticia/2599>>. Acesso em: 13 jun. 2015.

- Engenharia de Alimentos: é o profissional especializado na industrialização de alimentos, desenvolve suas atividades com a finalidade de fabricação, conservação, armazenamento, transporte e consumo de produtos alimentícios, buscando a otimização das reservas naturais. Também se destina ao estudo da ordem analítica das diferentes substâncias nutritivas dos alimentos.
- Engenharia Cartográfica: o profissional formado nesta área pesquisa e organiza processos e propostas para definir o posicionamento espacial de superfícies, apresentando em formas gráficas seus resultados. Realiza levantamentos topográficos, batimétricos (levantamentos topográficos dos oceanos, lagos e rios), além de seu uso na aeronavegação.
- Engenharia Civil: o profissional formado nesta área estuda, projeta e fiscaliza atividades relacionadas a pontes, túneis, barragens, estradas, portos e aeroportos. Projeta e acompanha as etapas de obras civis, pode atuar nas indústrias de construção civil e de materiais de construção.

FIGURA 9 - SÍMBOLO DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL



FONTE: Disponível em: <<http://www.itpac.br/cursos/graduacao/engenharia-civil>>. Acesso em: 27 jun. 2015.

- Engenharia Elétrica: o profissional formado nesta área pode trabalhar em indústrias de materiais elétricos, eletrônicos, automobilísticos, construção civil e demais empresas na parte de projeto, instalação e manutenção de instalações elétricas.

FIGURA 10 - SÍMBOLO DO CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA



FONTE: Disponível em: <<http://extranet.uniarp.edu.br/eletrica/default.aspx>>. Acesso em: 27 jun. 2015.

- **Engenharia Florestal:** o profissional formado nesta área é um conhecedor no planejamento, organização e orientação da otimização dos recursos naturais renováveis e seus provenientes. Atua com a produção e melhoramento de sementes florestais, exploração procedente e a preservação dos recursos florestais e naturais.

FIGURA 11 - SÍMBOLO DO CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL



FONTE: Disponível em: <<http://blog.silvaforestal.com.br/engenharia-florestal-faro-obtem-conceito-4-mec/>>. Acesso em: 27 jun. 2015.

- **Industrial:** o profissional formado nesta área acompanha, operacionaliza e conserva uma linha de produção, empregando suas atividades na instalação, operação e manutenção de máquinas e equipamentos, no planejamento de processos e mecanismos de produção, assim como atua no apoio ao desenvolvimento de tecnologias.

É um profissional extremamente prático, que acompanha diretamente os processos industriais, atuando na procura constante de uma maior produtividade e controle da qualidade dos processos e produtos.

- Engenharia de Materiais: o profissional formado nesta área busca constantemente novas opções de materiais para todas as áreas da atividade humana, trabalha no desenvolvimento de novos materiais e novos produtos industriais para aplicações tradicionais.

Atua essencialmente no conhecimento da ciência dos materiais, polímeros, cerâmica, metais e metalurgia do pó, prepara novas ligas metálicas e gerencia a produção.

- Engenharia Mecânica: o profissional formado nesta área desenvolve projetos de motores, máquinas, instalações, veículos e outros produtos das indústrias mecânicas, organizando e monitorando sua fabricação, montagem, funcionamento e manutenção.

Pesquisa a natureza dos materiais utilizados na construção de máquinas, calculando seu custo e definindo os recursos para produção; define os processos de fabricação, realiza inspeção na parte técnica da produção e testes para instalação.

- Engenharia Metalúrgica: o profissional formado nesta área realiza um estudo específico nos materiais metálicos, determinando as propriedades da estrutura, as características mecânicas, o processamento da matéria-prima e os processos produtivos.

É responsável pela definição das técnicas de beneficiamento de minérios para sua transformação em metais e ligas metálicas, assim como planeja e aplica métodos para a retirada de metais dos minérios e para sua modificação em outros materiais.

- Engenharia de Minas: o profissional formado nesta área desenvolve estudos para a prospecção de novos minerais aos projetos e operacionalização de otimização dos recursos minerais, à captação de água subterrânea, ao beneficiamento do minério e à abertura de vias subterrâneas.

Para realizar estas atividades, o profissional emprega diversos conhecimentos e técnicas específicas para realizar pesquisas em recursos minerais, assim como a definição das regiões proporcionais para a exploração de mineral.

- Engenharia Naval: o profissional formado nesta área desenvolve, executa e administra projetos de estruturas navais e oceânicas, analisando especificações, representações e técnicas de execução, assim como demais métodos para permitir a construção, montagem e manutenção dos equipamentos e instalações projetadas.

Este profissional tem a preocupação com o comportamento da embarcação, para certificar-se da segurança e eficiência do sistema.

- Engenharia de Pesca: o profissional formado nesta área atua com o planejamento e aplicação de técnicas para detecção e apreensão de cardumes, analisando a manutenção, administração, planejamento, controle, melhoria e transformação dos recursos naturais aquícolas.

Este profissional realiza suas atividades com o objetivo de otimizar as riquezas biológicas dos mares. Este profissional realiza também atividades com o desenvolvimento de novas tecnologias da pesca e do projeto de novos equipamentos para a industrialização dos recursos pesqueiros, também atua no cultivo e exploração dos recursos.

- Engenharia de Produção: é uma capacitação específica integrada com as engenharias tradicionais, pois existem ofertas de cursos de engenharia de produção elétrica, de produção civil, de produção mecânica etc.

Em uma empresa, a área de produção envolve a racionalização e melhoria de processos, otimização da matéria-prima utilizada, energia consumida e melhora o aproveitamento e rendimento da mão de obra, dentro dos padrões de qualidade determinados.

Este profissional é responsável pelo planejamento, execução e controle da produção, pelo projeto do produto, definição e implantação da escala de produção, padrões de trabalho, acompanhar a gestão dos recursos humanos, financeiros e materiais, buscando aumentar a produtividade, aprimorando a relação entre o homem e a máquina. Ainda são atribuições do engenheiro de produção:

- a. indicar os equipamentos apropriados e o processo de produção;
- b. analisar as ações e implantar melhorias para racionalizar o trabalho e os recursos utilizados;
- c. avaliar os custos operacionais e tempos e pesquisa de métodos dos processos;
- d. agir como objeto de ligação entre as áreas técnicas e o setor administrativo da empresa;
- e. zelar pela segurança do processo produtivo, da avaliação econômica e financeira da empresa;
- f. avaliar a melhor localização das máquinas e equipamentos, apontando propostas de melhoria de leiaute das instalações;
- g. planejar e programar as compras, atuando na área de logística, buscando uma eficiente distribuição dos produtos;
- h. determinar e implantar estratégias para o controle de estoques.

FIGURA 12 - SÍMBOLO DO CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



FONTE: Disponível em: <http://www.nead.com.br/hp-2.0/cursos/curso_perfil.php?codi=ENG>. Acesso em: 27 jun. 2015.

- Engenharia Química: o profissional formado nesta área realiza pesquisas nos processos de transformação de materiais brutos em produtos de uso na área industrial e comercial, prepara novas práticas, aperfeiçoando para a fabricação de produtos químicos.

Este profissional também é responsável pela inspeção e supervisiona as atividades nos processos produtivos específicos, para garantir os tratamentos químicos adequados aos sistemas.

FIGURA 13 - SÍMBOLO DO CURSO DE ENGENHARIA DE QUÍMICA



FONTE: Disponível em: <<http://coral.ufsm.br/ceq/curriculo.html>>. Acesso em: 27 jun. 2015.

- Engenharia Sanitária: o profissional formado nesta área elabora, realiza, projeta, operacionaliza e conserva obras civis relacionadas a instalações de saneamento ambiental, assim como especifica e organiza orçamentos de custos e recursos necessários, métodos para execução, para garantir a construção, funcionamento, manutenção e reparos dos sistemas de abastecimento de água e sistemas de esgoto.

Este profissional exerce uma importante função para oferecer a melhoria na qualidade ambiental e para um desenvolvimento sustentável, atuando no controle da poluição, manejo de bacias hidrográficas, captação e distribuição de águas, controle sanitário do ambiente.

- Engenharia Têxtil: os profissionais formados nesta área são responsáveis pelos processos relativos à indústria química de produtos têxteis, e seus serviços semelhantes. Acompanha a fabricação dos tecidos desde a fiação, tecelagem, tinturaria, estamparia, acabamento e confecção dos produtos.

Este profissional também atua na área de controle da qualidade de fios e fibras, na manutenção e construção de equipamentos, máquinas e acessórios têxteis.

3 DEMANDA POR CURSOS DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

A progressiva demanda pelo curso de Engenharia de Produção surge principalmente do desempenho estratégico, frente à competitividade industrial, apresentando elementos para modernizar a produção com fundamentos de gestão que visam à melhoria contínua, o desenvolvimento de novos produtos, qualidade, redução de custos, organização do trabalho, participação e motivação dos trabalhadores.

A demanda pelo curso de Engenharia de Produção, em suas várias áreas de atuação, é crescente, através do grande número de alunos que escolhem a área, pois o grande potencial do mercado de trabalho para o Engenheiro de Produção é constituído, principalmente, pela indústria metal-mecânica, que registra um crescimento acelerado da indústria automobilística e do setor de autopeças.

O engenheiro de produção pode atuar em vários segmentos da economia e estar entre as áreas de maior demanda no sistema produtivo no Brasil. Para o mercado de trabalho, a habilidade em se adaptar de forma rápida e em atividades diferentes nas empresas é uma das principais habilidades do engenheiro de produção, mesmo em tempos de crise.

O mercado quer um profissional com conhecimento generalista, ou seja, que entenda dos processos, que possua uma concepção geral, sobretudo, deve ter capacidade de especializar estes conhecimentos para a sua empresa.

Este profissional atua de forma multidisciplinar, pois desempenha atividades nas mais diversas áreas, como: financeira, planejamento, controle e desenvolvimento de projetos, entre outros.

É qualificado como um gestor que se dedica diretamente no meio de produção, aplicando conhecimentos e habilidades científicas para solucionar problemas relacionados aos processos produtivos, objetivando a produção com qualidade, garantindo um ambiente seguro, com controle ambiental e ajustando conforme as demandas de produção.

Este profissional tem a capacidade de entender os processos, independentemente de sua essência de maneira sistemática. Analisa os processos como uma série de fases e transforma a matéria-prima em produto acabado, é um especialista em processos, conforme mostra a figura a seguir.

FIGURA 14 - ÁREA DE ATUAÇÃO DE ENGENHEIRO DE PRODUÇÃO



FONTE: Disponível em: <<http://guiadoestudante.abril.com.br/orientacao-vocacional/consulte-orientador/devo-escolher-engenharia-producao-ou-engenharia-civil-750536.shtml>>. Acesso em: 27 jun. 2015.

Em seu campo de atuação específico, Bazzo e Pereira (2011) sugerem que o engenheiro de produção pode trabalhar nas áreas de:

- Operações, através da distribuição de produtos, gestão de estoques e controle de materiais.
- Desenvolvimento e acompanhamento do planejamento estratégico, financeiro e de produção.
- Área de finanças, através do controle financeiro e de custo, assim como análise de investimentos.
- Atuação na área de logística, no planejamento da produção e otimização na distribuição dos produtos ou serviços.
- *Marketing*, através da análise de mercado, produtos e negócios, conforme avaliação de oferta e demanda.

4 REGULAMENTAÇÃO PROFISSIONAL DO ENGENHEIRO

Para que uma profissão possa ser regulamentada, deve ser considerada por sistemas que tenham a capacidade de definir as características que regulamentam uma profissão.

Entre os sistemas de regulamentação estão: o sistema legal, o sistema educacional e o sistema de fiscalização profissional. Estas normas serão detalhadas a seguir.

4.1 SISTEMA LEGAL

Sistemas legais são normas jurídicas que especificam a essência da profissão quanto às suas determinações e habilidades. Para que uma profissão possa existir, não precisa essencialmente ser regulamentada.

São regulamentadas em leis somente aquelas classificadas como de benefício público, por consequência, o Estado tanto considera como atribui e acompanha as normas e regras para o exercício da profissão.

O Decreto nº 23.569/33, da Associação Brasileira de Engenheiros, foi postado com a finalidade de regular a prática da profissão de engenheiro, de arquiteto e de agrimensor, assim como foram estabelecidas as atividades das profissões de engenharia civil, naval, de construção naval, aeronáutica, metalúrgica, química e urbanista.

Desta forma, o profissional regulamentado é o engenheiro que possuirá como denominação profissional a de engenheiro civil, ou a de engenheiro mecânico, ou a de engenheiro de pesca, eletricitista, mecânico, de produção. Estes títulos são concedidos pelo sistema educacional, como resultado das instituições de conselho especializadas para a organização de normas para fiscalizações.

As profissões de engenheiro, arquiteto e engenheiro-agrônomo são determinadas pelas práticas de valor social, humano e ambiental que representem uma realização das seguintes ações:

- a. otimização na utilização de recursos naturais;
- b. meios de locomoção e comunicações;
- c. edificações, serviços e equipamentos urbanos, rurais e regionais nas suas apresentações técnicas e artísticas;
- d. instalações e recursos de entradas a cursos e volumes de água e extensões terrestres;
- e. desenvolvimento industrial e agropecuário.

RESUMO DO TÓPICO 3

Neste tópico vimos que:

- As competências e atitudes a serem desenvolvidas pelos engenheiros estão compostas de habilidades legais para exercer atividades que especifiquem a melhoria e a otimização dos recursos naturais.
- O nível de atuação na área da engenharia desenvolve-se de forma horizontal e vertical, onde estão os vários níveis de aperfeiçoamento da profissão e das maneiras de atuar nesta área.
- Cada uma das especificações horizontais possui características próprias e tem um bom aproveitamento da realização de atividades de uma divisão específica.
- Há poucos anos, no Brasil eram reconhecidas seis grandes áreas em exercício da engenharia: Mecânica, Civil, Elétrica, Química, Metalúrgica e Minas.
- As áreas da engenharia que são ofertadas no Brasil atualmente são: Engenharia Aeronáutica, Agrícola, Agrimensura, Agronomia, Alimentos, Cartográfica, Civil, Elétrica, Florestal, Industrial, Materiais, Mecânica, Metalúrgica, Minas, Naval, Pesca e Produção.
- O curso de Engenharia de Produção capacita, de forma integrada nas empresas, no setor de produção e envolve a racionalização e melhoria de processos, otimização da matéria-prima utilizada, energia consumida e rendimento da mão de obra, dentro dos padrões de qualidade determinados.
- São consideradas como principais atribuições do engenheiro de produção: a análise técnica e indicação de máquinas e equipamentos adequados para o processo produtivo; avaliar as ações e implantar melhorias para otimizar o trabalho e os recursos utilizados, analisar e mensurar os custos operacionais e tempos, pesquisar os métodos dos processos.
- A crescente demanda pelo curso de Engenharia de Produção vem apresentando necessidades para modernizar a produção, como fundamentos de gestão que têm o objetivo da busca pela melhoria contínua, o desenvolvimento de novos produtos, qualidade, redução de custos e organização do trabalho.
- O mercado de trabalho, para os profissionais da Engenharia de Produção, possui a habilidade para se adaptar às diferentes atividades propostas pelas empresas.
- As profissões de engenheiro, arquiteto e engenheiro-agrônomo são estabelecidas pelas atividades de valor social, humano e ambiental.

AUTOATIVIDADE



1 Quais as principais áreas de atuação do engenheiro de produção?



2 Quais as principais habilidades requeridas pelo mercado de trabalho para o engenheiro de produção?



3 Quais as áreas de atuação específica do profissional engenheiro de produção?



4 Quais os principais sistemas que regulamentam a fiscalização das profissões?



5 Qual a definição de sistema legal?



6 Quais áreas são de fundamental importância para o desenvolvimento e integração da sociedade, desenvolvidas pelos profissionais das áreas de engenharia e arquitetura?





NORMAS TÉCNICAS

1 INTRODUÇÃO

Quando é realizada uma medida, sempre se faz uma comparação com padrões preestabelecidos. Ao passar de um sistema de unidades para outro, é importante utilizar um fator de conversão.

É de essencial importância a utilização do Sistema Internacional de Unidades, conforme as suas normas. O Sistema Internacional de Unidades tem como principal objetivo o desenvolvimento e aplicação de um sistema prático, universalmente reconhecido nas relações internacionais, no ensino e na atuação científica.

Para a aplicação das normas para avaliação dos dados é comum que aconteçam erros durante a interpretação das informações, e essa interpretação passa a ser diferente da realidade diante dos resultados esperados.

2 NORMAS TÉCNICAS

A necessidade de unidades de medidas foi se definindo assim que se iniciou o comércio entre os seres humanos, pois, pensemos no exemplo de dois fazendeiros que quisessem realizar a troca de grãos por um animal, nesse caso era necessário medir a quantidade de grãos e o peso do animal.

A definição de Sistema Internacional de Unidades (sigla SI) é um método atual do sistema para análise de medidas, é a metodologia de medição mais utilizada no mundo, é empregada para executar medidas de forma padronizada, assumindo uma unidade para cada grandeza física.

O SI é uma reunião sistematizada e padronizada de especificações para as unidades de medida, é utilizado em quase todo o mundo moderno, tem a finalidade de padronizar e possibilitar as medições e as relações internacionais.

Na física define-se como grandeza tudo o que pode ser medido, como, por exemplo, velocidade, tempo, massa e força. A partir das grandezas denominadas fundamentais é que são especificadas as unidades para demais grandezas, especificadas como grandezas derivadas.

Assim sendo, pode-se determinar que tudo o que pode ser medido é uma grandeza, onde alguns padrões e significados são formados para um número mínimo de grandezas fundamentais.

Segundo Bazzo e Pereira (2013), para diminuir as falhas, o profissional de engenharia deve ter muita atenção ao analisar se a nomenclatura, a simbologia e a grafia das unidades estão em conformidade com a utilização das regras de emprego do Sistema Internacional de Unidades.

Neste tópico serão apresentadas, de forma resumida, as regras para a utilização do Sistema Internacional de Unidades, apontando algumas oportunidades de melhoria durante a utilização da conversão.

3 REGRAS DE EMPREGO DO SISTEMA INTERNACIONAL DE MEDIDAS

A tabela de SI, a seguir, apresenta uma divisão dos sistemas de unidades em duas classificações: como coerentes, quando há a definição de que nenhum fator de conversão é necessário, se somente unidades do sistema forem utilizados; e não coerentes, quando há inconsistência na padronização das unidades.

TABELA 1 - SISTEMA INTERNACIONAL DE MEDIDAS

Dimensões Fundamentais	Coerentes						Não-coerentes
	Absolutos			Gravitacionais			
	MKS (SI)	CGS	FPS	MKS	CGS	USCS	
Comprimento [L]	m	cm	ft	m	cm	ft	ft
Tempo [T]	s	s	s	s	s	s	s
Massa [M]	kg	g	lb	–	–	–	lb
Força [F]	–	–	–	kgf	gf	lbf	lbf
Dimensões Derivadas							
Massa [FT ² /L]	–	–	–	kgf·s ² /m (mug)	gf·s ² /cm (glug)	lbf·s ² /ft (slug)	–
Força [ML/T ²]	kg·m/s ² (newton)	g·cm/s ² dina	lb·ft/s ² (poundal)	–	–	–	–
Energia [LF] ou [ML ² /T ²]	N·m (joule)	dina·cm (erg)	ft·poundal	m·kgf	cm·gf	ft·lbf	ft·lbf
Potência [LF/T] ou [ML ² /T ³]	J/s (watt)	erg/s	ft·poundal/s	m·kgf/s	cm·gf/s	ft·lbf/s	ft·lbf/s

FONTE: Holtzaple e Reece (2006)

3.1 PADRONIZAÇÃO DA GRAFIA

A padronização da grafia apresentada está em conformidade com as normas descritas no SI para a concepção dos nomes das unidades aplicando o prefixo ao nome da unidade.

São apresentadas as regras para padronização da grafia, conforme Bazzo e Pereira (2013):

- O nome da unidade deve sempre ser escrito por extenso e começar com a letra minúscula, a única exceção acontece com grau Celsius.
- O valor numérico de uma grandeza deve ser acompanhado da unidade escrita por extenso ou representada pelo símbolo.
- No caso de unidades com palavras simples, o seu plural deve ser formado pela soma da letra s no final.
- Quando aparecerem palavras compostas, nas quais o dado complementar da unidade não é ligado por hífen, os dois recebem s no final.
- Em unidades compostas por divisão, na formação do plural o s aparece apenas no numerador.
- Quando as palavras terminarem com as letras s, x ou z, não recebem a letra s para formar o plural.
- Se a palavra for composta por unidade e elemento complementar, ligados pelo hífen ou preposição, o elemento complementar não leva o s na formação do plural.
- Para nomes de unidades do SI que contenham uma razão ou quociente, use a palavra **por**, em vez de barra.
- O nome completo do prefixo é acrescido de nome da unidade, nenhum espaço ou hífen deve separá-los.

Na tabela abaixo são apresentados alguns exemplos de unidades SI provenientes e expressas a partir das unidades de base para padronização de grafia. Os símbolos recomendados para as grandezas são geralmente letras simples dos alfabetos grego ou latino, em itálico; os símbolos indicados para as unidades são obrigatórios.

TABELA 2 - UNIDADES DE BASE

Grandeza derivada		Unidade derivada coerente do SI	
Nome	Símbolo	Nome	Símbolo
área	A	metro quadrado	m^2
volume	V	metro cúbico	m^3
velocidade	v	metro por segundo	m/s
aceleração	a	metro por segundo ao quadrado	m/s^2
número de ondas	$\sigma, \tilde{\nu}$	metro elevado à potência menos um	m^{-1}
densidade, massa específica	ρ	kilograma por metro cúbico	kg/m^3
densidade superficial	ρ_A	kilograma por metro quadrado	kg/m^2
volume específico	v	metro cúbico por quilograma	m^3/kg
densidade de corrente	j	ampere por metro quadrado	A/m^2
campo magnético	H	ampere por metro	A/m
concentração de quantidade de substância ^(a)	C	mol por metro cúbico	mol/m^3
concentração mássica	ρ, γ	kilograma por metro cúbico	kg/m^3
luminância	L_v	candela por metro quadrado	cd/m^2
índice de refração ^(b)	n	um	1
permeabilidade relativa ^(b)	μ_r	um	1

FONTE: Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/noticias/conteudo/sistema-internacional-unidades.pdf>>. Acesso em: 14 jul. 2015.

3.2 PADRONIZAÇÃO DOS SÍMBOLOS

De forma geral, os símbolos das unidades são escritos em letras minúsculas, porém, se o nome da unidade deriva de um nome próprio, a primeira letra do nome é maiúscula.

São apresentadas as regras para padronização dos símbolos, conforme Bazzo e Pereira (2013):

- Os símbolos possuem variação, não permitem s no plural, ponto de abreviatura, sinais, letras ou qualquer acessório complementar.
- É escrito em caixa baixa, exceto se for derivado de um nome próprio, a primeira letra de um símbolo derivado de um nome próprio é maiúscula.
- No caso de existir uma unidade, constituída pela divisão de uma unidade para outra, deve-se utilizar a barra inclinada, o traço horizontal ou potências negativas.
- O prefixo é impresso sem espaçamentos entre o seu símbolo e o símbolo da unidade.
- Os prefixos da SI podem ter um símbolo composto por multiplicação ou divisão.
- O símbolo é descrito no mesmo alinhamento do número a que se refere.
- Um espaço é utilizado entre o símbolo e o número.
- Não há ponto após o símbolo, exceto se o mesmo ocorrer no final de uma frase.
- As medidas de tempo devem ser escritas com símbolos corretos de hora, minuto e segundo.

- A soma de dois ou mais símbolos de unidades pode ser identificada por um ponto elevado ou por um espaço.
- Ao usar a barra, múltiplos símbolos no denominador devem ser escritos entre parênteses.
- Para potências de unidades, use o modificador ao quadrado ou ao cubo após o nome da unidade.
- Símbolos e nomes de unidades não devem ser misturados na mesma expressão.

Na tabela abaixo são apresentados alguns exemplos de unidades SI provenientes e expressas a partir das unidades de base, para padronização da simbologia.

TABELA 3 - EXEMPLOS DO SISTEMA INTERNACIONAL DE MEDIDAS

Grandezas	Nome da unidade	Símbolo da unidade	Valor em unidades SI
energia	erg ^(a)	erg	1 erg = 10 ⁻⁷ J
força	dina ^(a)	dyn	1 dyn = 10 ⁻⁵ N
viscosidade dinâmica	poise ^(a)	P	1 P = 1 dyn.s/cm ² = 0,1 Pa.s
viscosidade cinemática	stokes	St	1 St = 1 cm ² /s = 10 ⁻⁴ m ² /s
luminância	stilb ^(a)	sb	1 sb = 1 cd cm ⁻² = 10 ⁴ cd m ⁻²
iluminância	phot	ph	1 ph = 1 cd sr cm ⁻² = 10 ⁴ lx
aceleração	gal ^(b)	Gal	1 Gal = 1 cm s ⁻² = 10 ⁻² m s ⁻²
fluxo magnético	maxwell ^(c)	Mx	1 Mx = 1 G cm ² = 10 ⁻⁸ Wb
indução magnética	gauss ^(c)	G	1 G = 1 Mx/cm ² = 10 ⁻⁴ T
campo magnético	oersted ^(b)	Oe	1 Oe = (10 ³ /4π) A/m ⁻¹

FONTE: Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/noticias/conteudo/sistema-internacional-unidades.pdf>>. Acesso em: 14 jul. 2015.

3.3 PADRONIZAÇÃO DOS NÚMEROS

A padronização dos números, com uma grande quantidade de algarismos, pode ser apresentada em classes de três algarismos, separados por um espaço, com o objetivo de simplificar a leitura. Essas classes jamais devem ser separadas por pontos ou por vírgulas.

São apresentadas as regras para padronização dos símbolos, conforme Bazzo e Pereira (2013):

- No caso de se trabalhar com quantidades definidas, os números devem ser impressos em modelo de letra redondo, em romanos, e uma vírgula deve separar a parte inteira da parte decimal.
- É recomendado para promover a interpretação da leitura de números longos e que os algarismos sejam unificados de três em três, a partir da vírgula, tanto para a esquerda como para direita.

- A divisão de um número por outro deve ser indicada por uma barra inclinada (/) ou por uma potência negativa.

3.4 REGRAS MATEMÁTICAS

Em engenharia, as grandezas aparecem frequentemente em fórmulas matemáticas, para estes casos a seguinte regra deve ser estabelecida, conforme Holtzaple e Reece (2014):

- Adição e subtração: todas as medidas que são adicionadas ou subtraídas devem obter as mesmas dimensões, como exemplo:
 $D = A + B - C$, onde todas as dimensões devem ser iguais.
- Multiplicação e divisão: as dimensões em multiplicação ou divisão são abordadas como se fossem variáveis e canceladas na forma tradicional.

4 CONVERSÃO DE UNIDADES

Para que as unidades de medidas possam ser utilizadas de forma adequada, as mesmas devem ser padronizadas, de modo que operações comerciais possam ser feitas com maior assertividade.

Os elementos de conversão de unidades são desenvolvidos através de identificações que são definidas de forma experimental ou por definições, como, por exemplo, apresentados por Holtzaple e Reece (2014):

$$1\text{ft} = 0,3048\text{ m}$$

Este exemplo é uma definição exata. A partir da identidade $A=B$ sabemos que $A/B = 1$.

$$\frac{1\text{ ft}}{0,3048\text{ m}} = 1 = \text{fator de conversão} = F$$

$$\frac{0,3048\text{ m}}{1\text{ ft}} = 1 = \text{Fator de conversão} = F$$

Ainda que estes fatores de conversão não sejam numericamente equivalentes a 1, eles são iguais a 1 quando as unidades são consideradas. As regras de álgebra nos mostram que podemos multiplicar uma quantidade por 1 e a quantidade permanecerá inalterada.

Por exemplo, podemos multiplicar a quantidade 5 ft por 1 e ela permanecerá inalterada:

$$5\text{ft} \times 1 = 5\text{ft}$$

$$5\text{ft} \times F = 5\text{ft} \times \frac{0,3048\text{ m}}{1\text{ft}} = 1,524\text{ m}$$

As unidades de ft se cancelam, permanecendo a unidade de m. Como simplesmente multiplicamos 5 ft por 1, sabemos que 1,524 m deve ser igual a 5 ft.

5 SISTEMAS DE UNIDADES

O Sistema Internacional de Unidades é um sistema que se desenvolve para reproduzir as melhores metodologias de medição. O conjunto completo das unidades integra a soma das unidades relativas, os múltiplos e submúltiplos dessas unidades, compostas pela união das unidades com os prefixos.

Segundo Holtzapple e Reece (2014), foram reconhecidas como unidades de base deste sistema de unidades as unidades das sete grandezas seguintes: comprimento, massa, tempo, corrente elétrica, temperatura termodinâmica, quantidade de substância e intensidade luminosa.

5.1 UNIDADES DO SISTEMA INTERNACIONAL DE MEDIDAS

No estudo de física, a definição de grandeza é tudo o que pode ser medido, como, por exemplo, velocidade, tempo, massa e força. Mesmo que consideremos que existem muitas das grandezas físicas, alguns padrões e explicações são determinados para um número mínimo de grandezas básicas.

Com base nas grandezas definidas como fundamentais é que são determinadas as unidades para as demais grandezas, consideradas como grandezas derivadas. Dessa maneira, da grandeza fundamental comprimento, onde a unidade é o metro, são definidas as unidades derivadas, como área (metro quadrado) e volume (metro cúbico).

Assim como são determinados os significados que foram instituídos aos seus símbolos, unidades derivadas, unidades suplementares e prefixos. A melhoria do processo científico e tecnológico tem permitido a identificação dos padrões das grandezas.

Segundo Holtzapple e Reece (2014), o Sistema de Unidades tem três tipos de unidades: suplementares, fundamentais e derivadas.

5.2 UNIDADES COMPLEMENTARES

As unidades complementares estão relacionadas à geometria e são classificadas em radiano e esteradiano.

Radiano é o ângulo plano entendido entre dois raios de um círculo que, sobre a circunferência deste círculo, interrompe um arco cujo comprimento é igual ao do raio, é definida como unidade de ângulo plano, é representada como razão entre dois comprimentos e o ângulo sólido como a razão entre uma área e o quadrado de um comprimento.

Esteradiano é o ângulo sólido que, apresentando seu vértice no centro de uma esfera, interrompe sobre a superfície desta esfera uma área igual à de um quadrado que tem por lado o raio da esfera.

QUADRO 2 - UNIDADES COMPLEMENTARES

Grandeza	Unidade	Símbolo	Expressão (*)
ângulo plano	radiano	rad	$m \ m^{-1} = 1$
ângulo sólido	esteradiano	sr	$m^2 \ m^{-2} = 1$

FONTE: Disponível em: <<http://www.universitario.com.br/noticias/n.php?i=11103>>. Acesso em: 1º ago. 2015.

5.3 UNIDADES FUNDAMENTAIS

As unidades fundamentais são definidas a partir das grandezas fundamentais. São determinadas as unidades para as demais grandezas, definidas como grandezas derivadas, algumas das quais são abreviadas com nomes especiais.

Há sete unidades fundamentais: metro, quilograma, segundo, ampère, kelvin, mol e candela, onde cada unidade é precisamente definida usando um padrão portátil, exceto o quilograma, que ainda usa um padrão formalizado.

A tabela a seguir se refere às unidades de base do SI, bem como seus símbolos.

TABELA 4 - UNIDADES DE BASE DO SISTEMA INTERNACIONAL DE MEDIDAS

GRANDEZA	UNIDADES	
	NOME	SÍMBOLO
Comprimento	metro	m
Massa	quilograma	Kg
Tempo	segundo	s
Intensidade de corrente elétrica	ampère	A
Temperatura	kelvin	K
Quantidade de matéria	mol	mol
Intensidade luminosa	candela	cd

FONTE: Disponível em: <<http://www.brasilecola.com/fisica/sistema-internacional-unidades-si>>. Acesso em: 18 jul. 2015.

Duas grandezas fundamentais, comprimento e tempo, definem a unidade de velocidade e aceleração. As unidades fundamentais são definidas como:

- Unidade de Comprimento: o metro foi definido no ano de 1793, o metro é definido pela distância percorrida pela luz em um determinado período de tempo. Após medir a Terra para especificar o comprimento do quadrante do meridiano, o metro foi reproduzido em três barras de platina e diversas barras de ferro. Atualmente, o metro é definido pela distância percorrida pela luz em um determinado período de tempo.
- Unidade de Massa: no ano de 1799, quilograma foi definido como a massa de água pura à temperatura de sua máxima densidade que preenche um decímetro cúbico. O quilograma é determinado por um protótipo cilíndrico composto de uma liga de platina de 10% de irídio, sustentado sobre condições de vácuo nas proximidades de Paris. Um protótipo internacional do quilograma, inicialmente um componente fabricado especialmente de platina iridiada, porém em benefício do acúmulo de contaminantes nas superfícies. A unidade de massa de referência é, então, determinada e utilizada para calibrar os padrões nacionais de platina e irídio.
- Unidade de Tempo: a unidade de tempo foi originalmente instituída como a fração de 1/86 400 do dia solar médio, a definição correta do dia solar médio passada aos cuidados dos astrônomos. Portanto, as medições revelaram que as irregularidades analisadas na rotação da Terra tornaram este significado insatisfatório. O segundo é a duração de 9.192.631.770 períodos da radiação adequada à passagem entre dois níveis do estado fundamental do átomo de cézio 133, esta definição é baseada no relógio atômico.
- Unidade de Corrente elétrica (ampère): quando a corrente elétrica corre através de um fio metálico, o ampère foi definido com fundamento na força magnética de atração entre dois fios paralelos nos quais correm as correntes elétricas. O ampère é a intensidade de uma corrente elétrica permanente que, se conservada em dois condutores retilíneos e paralelos, com comprimento infinito e seção reta circular insignificante.

- Unidade de Temperatura Termodinâmica (kelvin): a definição de temperatura é uma medida do movimento aleatório de átomos, não deve ser identificada como calor e fluxo de energia resultante das diferenças de temperatura, onde a pressão é diretamente proporcional à temperatura. O kelvin é definido como sendo a fração $1/273,16$ da temperatura termodinâmica do ponto tríplice da água, é utilizado com mais frequência o grau Celsius, mas este é definido a partir do kelvin.
- Unidade de Quantidade de Matéria (mol): durante o estudo de química, o número de moléculas é muito importante. O mol é a quantidade de matéria de um sistema que contém alguns elementos, quantos forem os átomos em $0,012$ quilogramas de carbono 12, quando se utiliza o mol, as unidades devem ser especificadas, podendo ser átomos, moléculas, íons, elétrons.
- Unidade de Intensidade Luminosa (candela): a unidade de intensidade luminosa é necessária para relatar a claridade da luz, chamas de velas, ou lâmpadas incandescentes foram utilizadas inicialmente como padrão. O modelo atual de uma fonte de luz monocromática é um instrumento chamado radiômetro, serve para medir a quantidade de calor gerado quando a luz é absorvida. A candela é a intensidade luminosa em uma determinada direção, de uma fonte que emite uma radiação monocromática de frequência 540×10^{12} hertz e a intensidade de radiação nessa direção de $1/683$ watt.

5.4 UNIDADES DERIVADAS

As unidades derivadas são constituídas pela ligação entre as unidades de base, unidades suplementares ou outras unidades derivadas, de acordo com as relações algébricas que classificam as quantidades correspondentes.

As unidades derivadas do SI são determinadas para que sejam adequadas com as unidades básicas e suplementares, ou seja, são especificadas por representações algébricas e sobre a configuração de produtos de potências das unidades básicas do SI e/ou suplementares.

Várias unidades derivadas no Sistema Internacional são apresentadas diretamente a partir das unidades básicas e suplementares, enquanto que outras recebem uma nomenclatura especial (nome) e um símbolo especial.

TABELA 5 - UNIDADES DERIVADAS

Grandezas Fundamentais - Unidades Básicas do SI		
Grandeza	Nome	Símbolo
Comprimento	metro	m
Massa	quilograma	kg
Tempo	segundo	s
Intensidade de corrente elétrica	ampère	A
Temperatura termodinâmica	kelvin	K
Quantidade de substância	mole	mol
Intensidade luminosa	candela	cd

FONTE: Disponível em: <<http://www.feiradeciencias.com.br/siu.asp>>. Acesso em: 1º ago. 2015.

Se uma determinada unidade derivada no SI permitir ser expressa através de maneiras correspondentes, empregando a nomenclatura das unidades básicas/suplementares ou os nomes especiais de outras unidades derivadas SI.

Desta forma, permite-se a utilização preferencial de acordos ou de nomes especiais, com a finalidade de facilitar a distinção entre grandezas que tenham as mesmas proporções.

Os símbolos determinados para as unidades derivadas são adquiridos através dos sinais matemáticos de multiplicação e divisão e a utilização de expoentes.

Algumas unidades SI derivadas têm nomes e símbolos especiais. O quadro a seguir apresenta algumas unidades derivadas com nomes especiais.

QUADRO 3 - UNIDADES DERIVADAS COM NOMES ESPECIAIS

Grandeza	Unidade	Símbolo	Expressão (*)
frequência	hertz	Hz	s ⁻¹
força	newton	N	kg m/s ²
pressão, tensão	pascal	Pa	N/m ²
energia, trabalho	joule	J	N m
potência, fluxo radiante	watt	W	J/S
quantidade de eletricidade	coulomb	C	A s
potencial elétrico	volt	V	W/A
capacitância elétrica	farad	F	C/V
resistência elétrica	ohm	Ω	V/A
condutância elétrica	slemens	S	A/V
fluxo magnético	weber	Wb	V s
densidade de flux magnético	tesla	T	Wb/m ²
indutância	henry	H	Wb/A
temperatura celcius	grau celcius	°C	K
fluxo luminoso	lumen	lm	cd sr
iluminância	lux	lx	lm/m ²
atividade (de radionuclídeo)	becquerel	Bq	s ⁻¹
dose absorvida	gray	Gy	J/kg
dose equivalente	sievert	Sv	J/kg

FONTE: Disponível em: <<http://www.universitario.com.br/noticias/n.php?i=11103>>. Acesso em: 1º ago. 2015.

As unidades derivadas são interpretadas como o produto de potências das unidades de base; quando o produto de potências não contempla uma razão numérica diferente de 1, as unidades derivadas são chamadas de unidades derivadas coerentes.

A palavra coerente é empregada com o significado de utilizar unidades coerentes, as equações que classificam os valores numéricos das grandezas e transformam da mesma forma que as equações que se relacionam às respectivas grandezas. Desta forma, somente são empregadas unidades de um conjunto coerente, nunca haverá necessidade de fatores de conversão entre as unidades.

RESUMO DO TÓPICO 4

Neste tópico vimos que:

- É de fundamental relevância a utilização do Sistema Internacional de Unidades. Conforme as suas regras, o Sistema Internacional de Unidades tem como principal finalidade o desenvolvimento e implantação de um sistema simples e conhecido nas relações internacionais, no ensino e na atuação científica.
- O conceito de Sistema Internacional de Unidades (sigla SI) é uma metodologia moderna do sistema e é utilizada para análise de medidas. É utilizada para realizar medidas de forma padronizada, adquirindo uma unidade para cada grandeza física.
- Na área da física determina-se como grandeza tudo o que pode ser medido, como, por exemplo, velocidade, tempo, massa e força.
- Para reduzir os indicadores de defeitos, a área de engenharia deve ter muito cuidado ao avaliar a interpretação da simbologia e grafia das unidades, analisando se estão em conformidade com a utilização das regras de emprego do Sistema Internacional de Unidades.
- Os símbolos utilizados para as grandezas são letras simples do alfabeto, em itálico; os símbolos indicados para as unidades são obrigatórios.
- De maneira geral, os símbolos das unidades são escritos em letras minúsculas, porém, a nomenclatura da unidade deriva de um nome próprio, a primeira letra do nome é maiúscula.
- A padronização dos números pode ser definida em classes de três algarismos, separados por um espaço, com o objetivo de simplificar a leitura.
- Os elementos de conversão de unidades são desenvolvidos através de identificações que são determinadas de maneira experimental ou por definições.
- Pode ser entendido como Sistema Internacional de Unidades um sistema que se desenvolve para multiplicar os melhores métodos de medição, como um conjunto completo das unidades que integra a soma das unidades relativas.
- As grandezas são definidas como fundamentais e são determinadas as unidades para as demais grandezas, consideradas como grandezas derivadas.

- As unidades suplementares pertencentes à geometria são definidas como radiano e esteradiano.
- Há sete unidades fundamentais: metro, quilograma, segundo, ampère, kelvin, mol e candela.
- As unidades derivadas são compostas pela ligação entre as unidades de base, unidades suplementares ou outras unidades derivadas.
- As unidades derivadas são entendidas como o produto de potências das unidades de base, quando o produto de potências não contempla uma razão numérica diferente de 1.

AUTOATIVIDADE



1 Qual a definição do Sistema Internacional de Unidades?



2 Cite três regras para padronização da grafia.



3 Cite três regras para padronização dos símbolos.



4 Cite três regras para padronização dos números.



5 As unidades fundamentais são definidas a partir das grandezas, quais são as sete unidades fundamentais?



6 Qual a definição de unidades derivadas?



COMPETÊNCIAS, RELEVÂNCIA NO CONTEXTO SOCIAL E O MERCADO DE TRABALHO DO ENGENHEIRO

OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM

Esta unidade tem por objetivos:

- apresentar as características iniciais de um curso de engenharia e também como as principais etapas do processo de estudo acontecem;
- conhecer como se dá o processo criativo e como ele pode ser trabalhado durante o curso de engenharia;
- explicar as principais competências requeridas do engenheiro, tanto durante o curso de graduação quanto em seu momento de atuação profissional;
- situar o acadêmico sobre a importância social da engenharia, considerando a realidade na qual o profissional está inserido;
- apresentar os ramos de atuação da engenharia e informações sobre o mercado de trabalho no Brasil e no mundo.

PLANO DE ESTUDOS

Esta unidade está dividida em três tópicos, sendo que em cada um deles, você encontrará atividades visando à compreensão dos conteúdos apresentados.

TÓPICO 1 – HABILIDADES E COMPETÊNCIAS REQUERIDAS AO ENGENHEIRO

TÓPICO 2 – O ENGENHEIRO E A IMPORTÂNCIA DA INSERÇÃO EM UM CONTEXTO SOCIAL

TÓPICO 3 – O ENGENHEIRO E O MERCADO DE TRABALHO



HABILIDADES E COMPETÊNCIAS REQUERIDAS AO ENGENHEIRO

1 INTRODUÇÃO

Um dos principais desafios do ensino superior formal oferecido pelas universidades é conciliar a demanda do mercado por profissionais de engenharia considerando suas competências adquiridas durante o curso com a preocupação constante das universidades em propiciar ao aluno um conteúdo e conhecimento técnico. Estes conhecimentos, não somente são úteis para o aprimoramento profissional, mas também devem ser bases para a construção de um profissional ético, capaz de visualizar seu papel perante à sociedade, suas responsabilidades profissionais e sociais.

Assim, neste tópico, iremos aprender todos os aspectos relacionados ao perfil de um engenheiro, principalmente pautado nas exigências que o mercado de trabalho demanda. O processo criativo, nesse sentido, é preponderante, a fim de estimular um trabalho mais ativo e desafiador.

Também abordaremos quais são as competências exigidas de um engenheiro para que este atinja seus principais objetivos profissionais.

2 O PERFIL DO ENGENHEIRO

2.1 INÍCIO DO CURSO DE ENGENHARIA NA UNIVERSIDADE

Quando do ingresso do acadêmico de engenharia na universidade, é muito importante que perceba que a aprendizagem é um processo de constante busca pelo conhecimento e não somente esperar passivamente os conteúdos oferecidos pelos professores.

O acadêmico deve aproveitar este período para usufruir de todos os recursos que a universidade pode lhe proporcionar, como as bibliotecas, as dicas dos professores, o contato com outros acadêmicos (não somente do mesmo curso), participar de eventos curriculares e extracurriculares. Tudo isso vai ser muito enriquecedor para o aprimoramento pessoal e profissional, e, ao final do curso serão as bases de competências, muito valorizadas atualmente pelo mercado de trabalho.

Sabemos que o mercado de trabalho é muito dinâmico, muitas vezes, até mais que o ambiente de ensino, desta forma, devemos estar sempre em busca de novos conhecimentos (não somente durante o curso de graduação) e nos atualizar, pois o que nos é cobrado depois que saímos da universidade é um processo contínuo e constante de mudanças de exigências de conhecimentos.

Assim, o ato de estudar não deve ser limitado a somente obter a exigência mínima para aprovação nas disciplinas, e sim buscar-se o conhecimento para estar pronto e da melhor forma possível para o mercado de trabalho, seja ele o ambiente acadêmico ou não.

Devemos lembrar que estudar não é uma tarefa muito fácil de ser realizada, que exige organização de pensamentos, dos conteúdos, capacidade de encadear as ideias, fatos e todo o conhecimento adquirido com as disciplinas em cada semestre. Para o acadêmico de engenharia, bem como o de outros cursos, estes itens são muito importantes, muito pelo fato de que a engenharia exige que o acadêmico desenvolva durante o curso capacidade de reconhecimento de estruturas lógicas e aplicação dos temas para algo que possa ser implementado na vida real. Sabemos que uma das principais características da área de engenharia é a produção e desenvolvimento de algo prático que seja útil para um determinado fim.

Podemos então listar, segundo Bazzo (2014), algumas dicas úteis para o aluno se organizar para o estudo durante o período do curso de graduação:

QUADRO 4 - DICAS DE ESTUDO DURANTE O CURSO DE GRADUAÇÃO

Dica 1	Não há regras absolutas no tocante a métodos de estudo; o que existe são recomendações que devem ser adaptadas às particularidades de cada indivíduo, e também às peculiaridades de cada assunto a ser estudado, por exemplo, estudar matemática exige comportamentos distintos dos necessários para estudar uma língua estrangeira.
Dica 2	Devemos estar cientes da importância de aprender a ver um determinado assunto sob diferentes ângulos, a compará-los e a refletir criticamente sobre o tema.
Dica 3	Saber fazer perguntas, para si e para outros, é uma utilíssima ferramenta para nos orientarmos.
Dica 4	Estudo é uma tarefa que exige dedicação, mas como toda atividade humana, estudar pode ser algo extremamente prazeroso.

FONTE: Adaptado de Bazzo (2014)

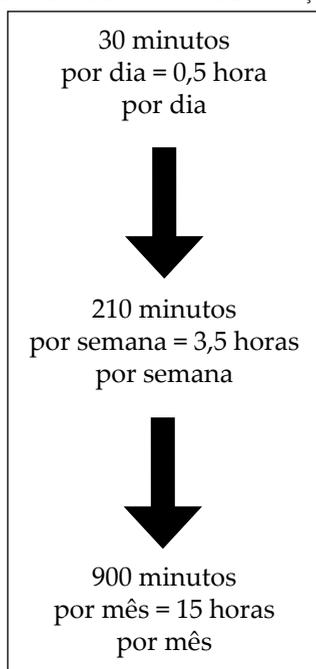


A programação do tempo disponível para o estudo, organizada em um formato de agenda, é essencial para que se crie um hábito diário de estudo.

Como muitos estudantes necessitam trabalhar para sustentar seus estudos e outras necessidades, muitas vezes, estes conseguem se organizar melhor, considerando um ritmo de estudo, pois cada pequeno intervalo de tempo deve ser bem aproveitado dado a limitação de tempo.

Assim, é relevante que dediquemos e realizemos uma rotina diária de estudos, nem que seja de apenas 30 minutos ao dia para rever o que se aprendeu durante as aulas. Ao calcular estes poucos 30 minutos por dia ao final de uma semana ou um mês, consolida uma quantidade considerável de tempo de estudo.

FIGURA 15 - EXEMPLO DE TEMPO DEDICAÇÃO AO ESTUDO



FONTE: O autor

Logicamente, o tempo de estudo é muito particular, este exemplo é somente para mostrarmos que apenas uma dedicação mínima por dia ao estudo pode render, ao final de um mês uma quantidade considerável de estudo acumulado, que vai ser muito útil em períodos de prova que, geralmente, exigem um tempo maior de estudos.

Não devemos nos esquecer de que as atividades de lazer são imprescindíveis para o bem-estar social das pessoas. Há estudos, inclusive, que demonstram que a dedicação de tempo para atividades físicas e recreativas potencializa a concentração e aumenta o desempenho de estudos.

2.2 ETAPAS DO PROCESSO DE ESTUDO

Segundo Bazzo (2006, p. 27):

O estudo das ciências – visando à formação do engenheiro tem sutis diferenças em relação a outras áreas, pois este profissional lidará, no seu dia a dia, mais com a tecnologia propriamente dita, com procedimentos e com aparatos técnicos do que com o processo científico, que lhe serve, sim, como base e fundamento, mas não necessariamente como propósito.

Já citamos que a ação de estudo é um processo contínuo e, embora não seja muito perceptível, pode ser dividido, de acordo Bazzo (2014), em três etapas: **Preparação, Captação e Processamento**. Esta divisão e método que iremos ver a seguir é adaptado à área de engenharia e pode ocorrer que para outras áreas de estudo este não seja o método mais eficiente.



Lembrando que estas dicas são somente uma sugestão que pode servir de base para otimizar o estudo que é particular de cada aluno.

A primeira etapa do processo de estudo é a preparação. Esta etapa envolve, principalmente, o ambiente onde você geralmente vai estudar. É aconselhado que o local seja bem iluminado e que permita que haja concentração para efetuar os estudos.

Dentro desta etapa, é necessário se atentar a três observações que são muito úteis e devem sempre nos acompanhar durante todo o curso, são elas:

- **Causa maior:** Dificilmente lograremos êxito efetivo e duradouro nas nossas atividades se não estivermos convencidos de que o nosso trabalho de formação estará nos colocando a serviço de uma causa maior, qual seja, a consecução de nossas metas e a nossa integração efetiva num papel social bem definido.
- **Conhecimentos inúteis:** Não devemos partir do pressuposto de que possam existir conhecimentos inúteis. No currículo de um curso, todos os assuntos, a princípio, têm um papel a cumprir, embora, às vezes, isso possa não estar

claro de pronto. A forma como os conhecimentos são trabalhados, algumas vezes com deficiências didáticas, não pode servir de justificativa para que os consideremos desnecessários.

- **Interesse e dedicação:** Devemos lembrar que, em cada assunto que estamos estudando, a humanidade já produziu ao menos um gênio de importância, e que isso só pôde ser alcançado com um alto interesse e dedicação desse indivíduo pela sua especialidade, aliado ao trabalho de uma equipe que o ajudou a construir esse conhecimento.

A segunda etapa do processo de estudo é a captação. É por meio dessa fase que podemos construir o conhecimento agindo para captar meio de algumas tarefas ou técnicas que serão apresentadas, as informações necessárias para que estas sejam consolidadas da melhor forma possível.

Dessa forma, o processo de captação visa, além de obter as informações, assimilá-las e prepará-las para a etapa de processamento. Podemos citar três formas de captação:

- Leitura
- Audição
- Observação

A seguir, vamos observar rapidamente como podemos captar conhecimento por meio destas:

a) Leitura

A leitura muitas vezes é confundida com o próprio processo de estudo, sendo que o estudo é algo muito mais amplo, conforme já explicamos. Nesta etapa é muito importante o ambiente favorável à leitura, sendo que, por meio da leitura, seja de algum livro impresso, algum material no computador ou revista especializada, a reflexão, o pensamento crítico do que se está lendo, anotações, tudo isso em paralelo à leitura é fundamental para se extrair o máximo de conteúdo durante esta etapa.

b) Audição

O processo de audição é outra forma de captação de conhecimento que é realizada quando, por exemplo, assistimos a uma aula proferida por um(a) professor(a), uma palestra ou mesmo um debate sobre um determinado assunto. É muito importante nesta etapa não apenas ouvir passivamente o que está sendo transmitido, mas também estar em um processo constante de confrontação, autointerrogarmos sobre as ideias ali discutidas para que mentalmente já possamos organizar, de certa forma o conteúdo.

c) Observação

Esta etapa trata da ação de observar situações que podem enriquecer nosso repertório de conhecimento e a possibilidade de relacionarmos com outras já visualizadas. Por exemplo, visitar uma empresa ou uma linha de produção de uma indústria automobilística. Se o desejo de um estudante seja trabalhar em uma determinada área, a etapa de observação é muito relevante, considerando o processo de estudo.

Já a etapa de processamento do processo de estudos ocorre após a etapa de captação, sendo que já possuímos o conhecimento sobre determinado tema e agora é necessário que haja todo um processo de reflexão das informações para que estas se consolidem em nossas formas de pensar e ver o mundo.

O processamento de informações ocorre de forma constante e, muitas vezes, automática e imediatamente após uma leitura de um livro ou conteúdo escrito, ou até mesmo uma palestra. No entanto, para facilitar que esta etapa seja eficiente, muitos especialistas recomendam que seja realizada uma revisão do conteúdo visto, por exemplo, em uma aula, no mesmo dia, ou no máximo, no dia seguinte ao dia em que foi oferecida a aula. Dessa forma, há um aumento da capacidade de processamento das informações e de forma mais organizada e eficiente.

2.3 PRATICANDO A CRIATIVIDADE

Considerada uma das características mais exigidas no perfil de um engenheiro, a criatividade é essencial no desenvolvimento de atividades de engenharia. Isso porque o profissional desta área necessita relacionar problemas e propor soluções, muitas vezes no menor tempo possível a um custo reduzido.

O que é a criatividade? Muitas pessoas têm a ideia de que algo criativo exige que isso seja extremamente complexo e difícil de entender e de ser resolvido. Sabemos que não necessariamente isso é correto, pois, muitas vezes, uma solução criativa de um determinado problema de engenharia pode ser simples e justamente a beleza da criatividade reside no fato de sua simplicidade.

No entanto, a simplicidade pode ser considerada relativa. Algum profissional que não seja da engenharia pode visualizar a resolução de um determinado problema que pode ser considerado simples para a área e nem ao menos entender do que se está tratando o problema. É nisso que reside algo muito importante, a visão com a “cabeça” de engenheiro.

Ainda sobre este exemplo, essa solução pode ser simples e criativa aos olhos de um engenheiro, pois este possui um conhecimento acumulado e também de sua experiência profissional e de estudo que lhe permite “ver” as coisas com outros olhos.

É justamente essa visão diferenciada que permite ao engenheiro aguçar a criatividade no momento em que é necessário conceber uma solução insólita, incomum e criativa. Segundo Bazzo (2014) a criatividade é:

CRIATIVIDADE = QUANTIDADE + QUALIDADE + DIVERSIDADE DE IDEIAS

O que é quantidade, qualidade e diversidade de ideias dentro deste contexto? Vamos começar nosso raciocínio lembrando que o estudo é um processo contínuo de aprendizado. Estudando nós acumulamos conhecimento, conseguimos interligar assunto, propor e resolver solução aos problemas, neste caso, de engenharia.

Assim, a quantidade de que estamos falando é o conjunto de ideias que surgem a partir do conhecimento que se acumulou durante todo o período de estudo juntamente com o de experiência profissional do indivíduo. Mas devemos nos atentar ao fato de que necessitamos saber filtrar nossas ideias e selecionar aquelas que por ventura podem ser candidatas a melhor solução do problema em questão.

Neste caso, trata-se da qualidade das ideias, que é quando devemos ter o cuidado de sempre optar pelas melhores soluções, baseadas obviamente em grande repertório de conhecimento acumulado por meio de estudo e experiência. Isso tudo converge para um rol de muitas ideias que podem surgir, ou seja, a diversidade das ideias.

Portanto, somando todos estes aspectos, tudo isto serve de base para a Criatividade, que deve ser sempre buscada ao longo, não somente durante o curso de engenharia, mas sim por todo o momento profissional do indivíduo.

Infelizmente, este tema nem sempre é debatido com o merecimento devido nos cursos formais, mas devemos sempre lembrar que:

- Criatividade pode ser entendida como a habilidade de criar ideias.
- Criatividade pode ser aprendida e aperfeiçoada.
- Criatividade é uma forma de desenvolvermos o nosso potencial criativo, é conhecer as barreiras que o afetam, para tentar evitá-las, e aplicar técnicas reconhecidamente eficazes para ativá-lo. (BAZZO, 2014, p. 5).

Em relação aos fatores que influenciam a criatividade, sabemos que ela não surge de repente para alguém, tão pouco está restrita a poucas pessoas que supostamente nasçam com certa habilidade criativa. A criatividade pode ser desenvolvida e praticada de forma a se obter um nível em que estaremos preparados a utilizá-la nos momentos em que necessitamos dela. Assim, considera-se que a criatividade é influenciada pelos seguintes fatores: **conjunto de conhecimento, dedicação, aptidão e metodologia.**

Em relação ao **conjunto de conhecimento**, podemos dizer que quanto maior for o conhecimento acumulado, e também a diversidade deles, maiores serão as chances de aproveitar o potencial criativo em projetos de engenharia. E não somente o conhecimento técnico é válido para isto, mas também outros relacionados a áreas como economia e meio ambiente, por exemplo, podem ser essenciais para haver uma interdisciplinaridade do saber.

A **dedicação** ao estudo e futuramente a um estágio, *trainee*, no mercado de trabalho ou também em programas de pós-graduação é essencial, no entanto não sendo o único responsável para o sucesso profissional. A dedicação sempre presente e contínua será recompensada pelo reconhecimento dos nossos trabalhos.

Já a **aptidão** está relacionada à capacidade inicial e ao grau de interesse que alguém tem para um determinado assunto ou área. Por exemplo, quem se interessa por um curso de engenharia, em geral, previamente mostra sinais de que gosta de pensamentos lógicos, soluções de problemas baseados em cálculos e processos. Todas estas características podem ser trabalhadas, desenvolvidas e lapidadas por meio dos estudos e contatos com outros profissionais do setor.

A aplicação de uma **metodologia** em um determinado trabalho, projeto ou estudo é fundamental para que seja seguido o rigor técnico na engenharia. Seguirmos uma metodologia significa sermos disciplinados com trabalho que já foi validado por meio de pesquisas ou experimentos em campo.

Dessa forma, com o passar do tempo, de acordo com as nossas capacidades e níveis de estudo, podemos até chegar a desenvolver metodologias próprias para uma determinada atividade na engenharia, baseadas em algum experimento ou estudo específico e validado na prática.

3 GESTÃO POR COMPETÊNCIAS

A profissão de engenheiro é por natureza uma área que exige a fusão de várias características que formam o perfil holístico deste profissional. No final do século XIX, o engenheiro, já em seu início de carreira, acumulava diversas funções, além daquelas que de fato, tecnicamente, deveria realizar, por exemplo, a gestão das pessoas, setor financeiro e compras, isso devido à carência de profissionais atuando especificamente nestes setores. Desta forma, o engenheiro acabava por aprender na prática, errando e acertando, competências que fugiam de questões técnicas específicas de sua formação.

Atualmente, o perfil de engenheiro moderno, tanto no mercado quanto nas universidades e centros de pesquisa, é aquele que tem grande conhecimento, não somente técnico, mas também de competências que permitem a ele, por exemplo, liderar uma equipe de 50 pessoas, lidar com situações adversas tanto em termos técnicos de projeto quanto de gestão de pessoas.

Assim, considerando a carreira de um engenheiro, este chega a estes níveis mais gerenciais depois de um certo tempo de carreira, praticando funções mais técnicas quando recém-formado. E quais são as competências exigidas pelo mercado para um engenheiro ao longo do tempo? Conforme já citamos, no início da carreira são exigidos do profissional de engenharia todos os conhecimentos técnicos que aprendeu durante seu curso universitário.

No entanto, estes conhecimentos técnicos são somente um dos componentes da formação completa de um engenheiro. Este deve desenvolver competências, muitas das quais estão cada vez mais valorizadas pelo mercado. Portanto, elas devem ser trabalhadas e desenvolvidas já durante o curso de graduação.



Lembre-se de que o conteúdo em si propriamente dito é apenas a base para o curso de engenharia, sendo que características como as competências podem ser práticas e treinadas ainda durante o curso universitário.

Dentre as atitudes que fundamentam estas competências, as principais são:

- Integridade
- Comprometimento
- Curiosidade
- Objetividade
- Foco
- Otimismo
- Tolerância
- Equilíbrio emocional

Estas atitudes já podem ser praticadas e exercitadas, por exemplo, em trabalhos em grupo durante as disciplinas de graduação, pois, afinal, em uma empresa e pós-formado, você terá que trabalhar em grupo e ter como metas alcançar o objetivo dos projetos com os quais for trabalhar. O engenheiro deve estar pronto para lidar com situações que considera aspectos culturais, econômicos, sociais, ambientais, éticos, políticos e humanos.

As competências profissionais são construídas ao longo da vida do indivíduo, desde enquanto está na universidade até depois e de forma contínua no ambiente de trabalho. Assim, há modelos de competências a serem analisadas e que servem de base para cada área profissional. Conforme podemos verificar no quadro a seguir, há basicamente três tipos de competências que iniciaram o processo de consolidação destas informações.

QUADRO 5 - MODELOS DE COMPETÊNCIAS, SUAS ORIGENS E CARACTERÍSTICAS

	Modelo Comportamental	Modelo Funcionalista	Modelo Construtivista
Origem	Estados Unidos	Inglaterra	França
	Teoria Behaviorista	Teoria Funcionalista	Teoria Construtivista
Objetivo	Identificar os atributos fundamentais que permitem aos indivíduos alcançar desempenho.	Construir bases mínimas para a definição dos perfis ocupacionais que servirão de apoio para a definição dos programas de formação e avaliação para a certificação de competências.	Construir normas a partir dos resultados da aprendizagem mediante análise das disfunções existentes mais adequadas, por meio de processo e desenvolvimento das pessoas.
Foco	Centra-se nos trabalhadores mais capacitados ou em empresas de alto desempenho para a construção das competências.	Parte da função ou funções que são compostas de elementos de competência, com critérios de avaliação que indicam os níveis de desempenho requeridos.	Desenvolve-se a partir da população menos competente que submetida a um processo de aprendizagem, vai melhorando suas competências profissionais.

FONTE: Adaptado de Steffen (1999)

4 COMPETÊNCIAS TÉCNICAS E GERENCIAIS DO ENGENHEIRO LÍDER

Já que para avaliarmos as competências relacionadas e requeridas ao engenheiro temos que nos aprofundar e detalhar melhor de que forma determinadas competências podem auxiliar o engenheiro a obter melhores resultados profissionais e conseqüentemente mais satisfação em seus ambientes de trabalho.

Sabemos que as competências isoladamente não possuem ação prática eficiente. É necessário que estas venham acompanhadas de habilidades para que possam ser efetivamente consolidadas e resultarem em ações práticas no ambiente de trabalho do engenheiro.

Observe o quadro que resume e compara as competências com as habilidades de um engenheiro de produção:

QUADRO 6 - COMPETÊNCIAS X HABILIDADES DO ENGENHEIRO

Competências	Habilidades
Dimensionar e integrar recursos físicos, humanos e financeiros a fim de produzir, com eficiências e ao menor custo.	Compromisso com a ética profissional.
Usar ferramental matemático e estatístico para modelar sistemas de produção e auxiliar na tomada de decisões.	Iniciativa empreendedora.
Projetar, implementar e aperfeiçoar sistemas, produtos e processos.	Disposição para autoaprendizado e educação continuada.
Prever e analisar demandas, selecionar tecnologias/ <i>know-how</i> .	Comunicação oral e escrita.
Incorporar conceitos e técnicas da qualidade no sistema produtivo.	Interpretação e expressão por meios gráficos.
Prever a evolução dos cenários produtivos.	Visão crítica de ordens de grandeza.
Acompanhar os avanços tecnológicos, usando-os a serviço das empresas e da sociedade.	Domínio de língua estrangeira.
Compreender a inter-relação dos sistemas de produção com o meio ambiente.	Conhecimento de legislação pertinente.
Gerenciar e otimizar o fluxo de informações nas empresas.	Capacidade de trabalhar em equipes.

FONTE: Cunha (2004)

LEITURA COMPLEMENTAR

A seguir vamos acompanhar uma reportagem e entrevista com o consultor organizacional Rogério Leme sobre a avaliação das competências dentro de uma empresa e sua relação com a avaliação de competências.

Avaliação de competências não é avaliação de desempenho

Quando chega o momento de avaliar os profissionais, muitas empresas encontram-se diante de um verdadeiro labirinto, pois nem sempre a organização utiliza uma metodologia de trabalho adequada à sua realidade. Por conta disso, não são raros os casos de colaboradores que recebem uma avaliação abaixo do esperado, mesmo tendo se dedicado às suas atividades com comprometimento e responsabilidade.

Se isso já pode causar problemas à Gestão de Pessoas, o que acontece quando uma empresa utiliza uma metodologia de forma incorreta? E quando algumas ferramentas têm seus conceitos e objetivos trocados? Isso vem ocorrendo em determinadas organizações quando essas se deparam com a avaliação de competências e a avaliação de desempenho.

“A princípio parecem ser as mesmas, mas na essência não são e isso tem gerado um grande problema”, afirma o consultor organizacional Rogério Leme, que lançará em agosto próximo, durante a realização do CONARH, um livro sobre avaliação de desempenho com foco em competências, pela Editora Qualitymark.

Tecnólogo, consultor e empresário, Leme afirma que a avaliação por competências visa o desenvolvimento do profissional e a avaliação de desempenho tradicional tem como objetivo o resultado.

“A avaliação de desempenho com foco em competências, visa ao futuro, pois analisando a efetiva entrega do colaborador para a organização, podemos tomar ações alinhadas à estratégia da empresa para atingir sua visão através de sua missão”, ressalta. Em entrevista concedida ao RH.com.br, Rogério Leme fala sobre o diferencial entre a avaliação de competência e a avaliação de desempenho e o que cada uma dessas ferramentas possibilita à Gestão de Pessoas. Aproveite a leitura!

RH.com.br - É comum as pessoas confundirem avaliação de competências com avaliação de desempenho?

Rogério Leme - A princípio parecem ser as mesmas, mas na essência não são, e talvez, inconscientemente, muitas empresas estejam trabalhando com ambas como se fossem a mesma, gerando um grande problema. Scott B. Parry traz, por exemplo, a definição de competências como “um agrupamento de conhecimentos, habilidades e atitudes correlacionadas, que afeta parte considerável da atividade

de alguém, que se relaciona com seu desempenho, que pode ser medido segundo padrões preestabelecidos, e que pode ser melhorado por meio de treinamento e desenvolvimento”. Note na definição o seguinte fragmento: “que se relaciona com seu desempenho”. Isso significa que o CHA – Conhecimentos, Habilidades e Atitudes – relaciona-se com o desempenho, mas não que o CHA seja o desempenho. É neste ponto que está o problema, pois as empresas estão usando a avaliação de competências como avaliação desempenho, e isto está incorreto.

RH - Qual o diferencial entre essas duas ferramentas?

Rogério Leme - Quando se fala em avaliação de competências o objetivo é avaliar o conceito do CHA, avaliando, então, as competências técnicas e as competências comportamentais do colaborador. Já quando se avalia o desempenho, o objetivo é avaliar o que o colaborador efetivamente entrega para a organização. É uma visão mais ampla do CHA. Não que o CHA esteja incorreto, pelo contrário, ele é parte do processo. Mas é importante ter cuidado para não utilizar a avaliação desempenho da forma que foi utilizada até hoje, olhando o passado ou simplesmente metas e resultados. É preciso usar o que chamo de avaliação desempenho com foco em competências, um conceito que vai além do CHA e analisa a entrega do colaborador para a organização. Dessa forma, podemos utilizar a ferramenta com foco no futuro.

RH - A avaliação de competências pode ser usada como “complemento” avaliação desempenho?

Rogério Leme - No conceito amplo deve ser utilizada a avaliação desempenho com foco em competências que, por sua vez, é composto da avaliação de quatro perspectivas básicas do desempenho: técnica, comportamental, resultados e complexidade. Dessas perspectivas deve ser gerado o coeficiente de desempenho do colaborador, que representa efetivamente a entrega do colaborador e é a base sólida para a remuneração por competências. A essas quatro perspectivas da avaliação desempenho, outras podem ser utilizadas, abrangendo questões pontuais e necessárias para a organização, como a perspectiva da responsabilidade social e ambiental.

RH - Quem deve conduzir a aplicação dessas duas ferramentas é apenas o profissional de RH?

Rogério Leme - O RH tem papel fundamental nesse processo, porém é necessário ser um RH estratégico que auxilie na condução do processo junto aos gestores, pois a responsabilidade do desenvolvimento e do futuro alinhado à estratégia da empresa é do gestor e o RH deve auxiliar nessa condução.

RH - A avaliação de competências tende a se popularizar em médio prazo?

Rogério Leme - Para as empresas que quiserem sobreviver no mercado globalizado, elas deverão utilizar a avaliação por competências. Porém, as empresas que quiserem ir além da sobrevivência e desejarem atingir a continuidade do negócio alinhado à estratégia da empresa precisarão implantar a avaliação desempenho com foco em competências. Toda empresa precisa ter um planejamento estratégico. E como se fala no mercado, a empresa é composta de seus colaboradores, portanto, precisamos ter uma ferramenta que alinhe o colaborador à estratégia da empresa e o colaborador, por sua vez, precisa ter seu desempenho mensurado de acordo com essa estratégia. Isso quem possibilita é a avaliação desempenho com foco em competências.

RH - Quais as vantagens de se aplicar a avaliação de desempenho aliada à avaliação de competência?

Rogério Leme - A maior vantagem é conseguir visualizar o que efetivamente o colaborador é para a empresa, ou seja, o que ele efetivamente entrega para a empresa. É isso que realmente ele vale. Portanto, do lado da empresa, é a possibilidade ímpar de identificar o efetivo valor do colaborador.

RH - Quais os benefícios que essa “associação” de avaliações traz especificamente para os colaboradores?

Rogério Leme - Do lado do colaborador é a possibilidade de ver com critérios e forma lógica o verdadeiro resultado de seu esforço. É a possibilidade da justa avaliação, onde ele não fica nem sub nem tão pouco superavaliado por um destaque que ele tenha ou não. A avaliação desempenho com foco em competências permite a extração e a mensuração da realidade, gerando argumentos e base científica e matemática dos caminhos corretos e serenos para a remuneração coerente com o quanto o colaborador vale ou representa através de sua entrega, ou seja, a remuneração por competências.

FONTE: Disponível em: <<http://www.rh.com.br/Portal/Desempenho/Entrevista/4469/avaliacao-de-competencias-nao-e-avaliacao-desempenho.html#>>. Acesso em: dez. 2015.



RESUMO DO TÓPICO 1

Neste tópico vimos que:

- As características do perfil de um engenheiro e de que forma elas são importantes não somente durante a vida de estudante, mas também e principalmente no ambiente de trabalho.
- O estudo pode ser visto como um processo que envolve as etapas de Preparação; Captação e Processamento.
- O processo criativo é fundamental para o desenvolvimento do engenheiro como profissional eficiente.
- As competências profissionais estão diretamente relacionadas com as habilidades que cada um possui ou pode desenvolver ao longo de suas vidas.

AUTOATIVIDADE



1 Faça uma autoavaliação da seguinte forma: liste quais são seus principais locais de estudo e julgue-os de forma crítica se são realmente bons locais para se manter uma concentração adequada. Em seguida, faça uma análise crítica e tente, se for o caso, procurar locais mais propícios para se estudar.



2 Faça uma análise de futuro, colocando-se onde quer estar daqui a cinco anos, em que ambiente de trabalho e em que cargo. A seguir, descreva quais são as competências e habilidades que você julga serem necessárias para que obtenha este posto.





O ENGENHEIRO E A IMPORTÂNCIA DA INSERÇÃO EM UM CONTEXTO SOCIAL

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, a questão social nas diversas esferas de atuação profissional tem sido de grande importância considerando a responsabilidade social e a nova dinâmica do mercado de trabalho. Na engenharia, isso não é diferente. Sabemos que é por meio dela que grandes projetos são possíveis e que agregam qualidade de vida a inúmeras pessoas. No entanto, infelizmente, estes avanços tecnológicos não beneficiam toda a população e é nosso papel lembrarmos de nossa responsabilidade em tornar isso cada vez mais possível.

Além disso, o papel da comunicação na transmissão do conhecimento, seja em uma universidade, seja em um simples ato de apresentação de resultados de um experimento de engenharia dentro de uma empresa, é de fundamental relevância. Para se transmitir informações com objetividade, clareza e impessoalidade, devemos nos atentar a certos detalhes para que a interação e atuação profissional ocorra da forma mais eficiente possível.

2 O ENGENHEIRO, A SOCIEDADE E A RESPONSABILIDADE SOCIAL

Sabemos que por meio de projetos de engenharia, a sociedade consegue crescer e se desenvolver para atingir certos níveis de conforto e qualidade de vida. Porém, observamos que somente uma parcela da população mundial possui acesso a todos estes recursos benéficos que a sociedade cria.

Muito dos avanços recentes em tecnologia vem da engenharia e ela possui uma tarefa preponderante no que diz respeito ao papel do engenheiro na sociedade, por exemplo, muitos projetos e equipamentos atualmente em funcionamento utilizam recursos finitos e não renováveis. Além disso, muitos deles também ocasionam a emissão de poluentes no ambiente que podem ser de extrema toxicidade. Assim, devemos pensar e refletir nosso papel na sociedade e como, através da nossa profissão, podemos tornar um mundo melhor para as futuras gerações. Um fator positivo da profissão de engenheiro é a visão global que ele é capaz de ter após sua formação na graduação. As disciplinas contemplam um grande espectro de assuntos que possibilitam a este profissional enxergar com outros olhos determinados problemas e, acima de tudo, ter capacidade de formular e aplicar uma solução para tal.

Segundo a cartilha do CREA (2008), a responsabilidade social do engenheiro enquanto vinculada ao processo de gestão deve ser vista mais do que como uma simples prática; deve estar umbilicalmente associada a uma filosofia de negócios que contemple aspectos que extrapolam a mera relação comercial/financeira das empresas.

Além disso, este documento diz que a responsabilidade social, não se viabiliza, portanto, a partir de uma decisão ou vontade do topo da organização, mas devem permear todos, o seu público e parceiros sendo expressão, pois, da própria cultura da organização englobando a interface com todos os agregados de interesse e a própria sociedade, vista num sentido global. Ela deve sinalizar a necessidade de uma conduta íntegra, ética, transparente a ser desenvolvida perante a coletividade e em todos os momentos.

Assim, devemos nos lembrar desde já, que é importante assimilarmos o máximo possível os conhecimentos oferecidos durante o curso de engenharia, para que possamos, no futuro, realizar tarefas e projetos que consideramos úteis não somente a nós, mas também a toda a sociedade.

Além disso, é útil termos sempre em mente que a Engenharia está intimamente ligada à Inovação Tecnológica. A busca pela inovação, a ousadia em projetos eficientes deve ser uma preocupação sempre presente na vida de um engenheiro.

3 COMO SE COMUNICAR?

É comum encontrar pessoas que possuem a visão de que um engenheiro é aquele indivíduo, cujo trabalho é somente realizar cálculos, projetos em *softwares*, essencialmente tecnicista. No entanto, essa visão é somente um dos lados da ampla gama de competências que, na prática, é exigida dele.

Sabemos que no ambiente de trabalho, o engenheiro necessita não somente desenvolver projetos, mas também apresentá-los ao seu grupo de trabalho, tanto oralmente quanto na forma escrita. Além disso, uma boa interação entre ele e todos os outros setores (pensando em uma grande empresa) como o setor financeiro, recursos humanos, entre outros, é fundamental para o seu progresso e avanço profissional.

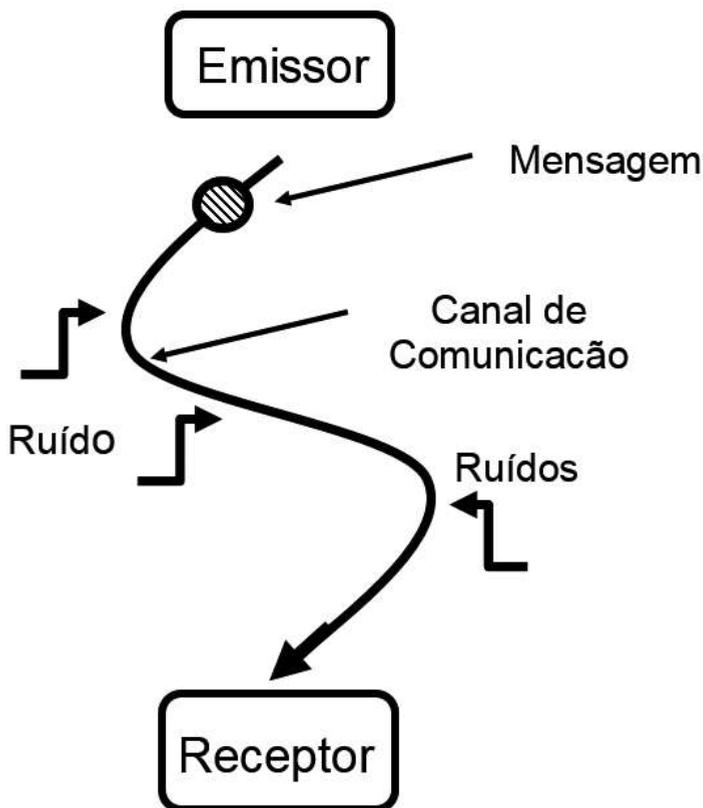
Com base nisso, veremos o quão relevante é a comunicação no processo de desenvolvimento profissional, detalhando os processos de comunicação e também as formas de linguagem para expor ideias, documentos e projetos, por exemplo.

3.1 PROCESSO DE COMUNICAÇÃO

De acordo com Bazzo (2014), podemos descrever o processo de comunicação como sendo composto por seis elementos básicos:

- Emissor: Indivíduo que vai enviar a mensagem.
- Receptor: Aquele que receberá a mensagem.
- Mensagem: É a mensagem propriamente dita, que deve ser elaborada com cuidado para atingir o objetivo de chegar até o receptor.
- Canal de Comunicação: É o meio pelo qual a mensagem vai ser transmitida, pode ser, por exemplo, um documento físico escrito. Pode ser também um canal virtual, por exemplo, o *e-mail*.
- Código: É o conjunto de elementos da mensagem, como o tipo de linguagem e a forma como foi organizada e apresentada.
- Ruído: São os elementos que dificultam a comunicação entre emissor e receptor.

FIGURA 16 - ESQUEMA DO PROCESSO DE COMUNICAÇÃO

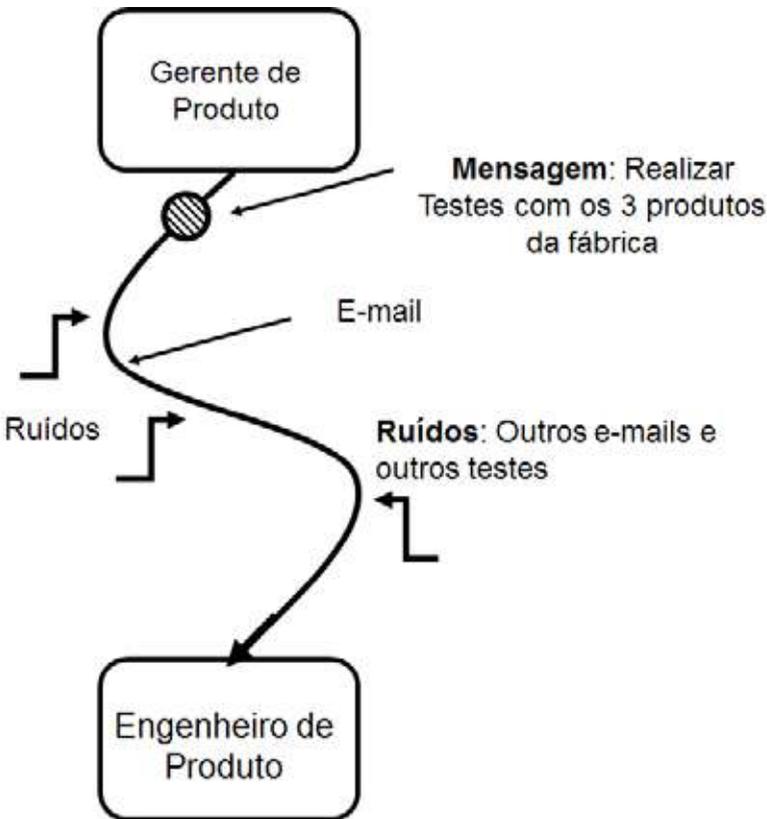


FONTE: O autor

Na figura a seguir, podemos verificar um exemplo prático do processo de comunicação de, por exemplo, uma fábrica de autopeças em que o gerente de produto envia uma mensagem por *e-mail* ao engenheiro de produto responsável pela aplicação de testes em três das peças que são produzidas na unidade fabril.

O gerente de produto deve tomar o cuidado de enviar todas as especificações do teste a ser realizado, bem como descrever como quer receber o resultado dos testes. O receptor deve também ter atenção ao ler o *e-mail* e traçar as prioridades dentre as outras tarefas que necessita realizar.

FIGURA 17 - ESQUEMA DO PROCESSO DE COMUNICAÇÃO COM EXEMPLOS



FONTE: O autor

3.2 LINGUAGEM TÉCNICA E COLOQUIAL

Na engenharia, é comum a utilização de inúmeros termos técnicos, cada um geralmente específico para cada área. Esta linguagem técnica é facilmente compreendida entre os membros da comunidade que utilizam estes termos, no entanto, as outras pessoas e profissionais que não vivenciam esta realidade, quando se deparam com este tipo de linguagem acabam não compreendendo o que se quer dizer.

Um bom exemplo disso, não aplicado à engenharia, é o caso de bulas de remédios, em que há um trabalho contínuo para que as pessoas possam entender exatamente o que se quer transmitir, como a forma de usar e manusear o medicamento.

Na engenharia é a mesma situação. Podemos tomar os manuais de um aparelho eletrônico como o celular, por exemplo. As pessoas que elaboram manuais de utilização de um produto, em que muitas vezes há o trabalho e contribuição técnica de um engenheiro, devem se atentar a utilizar uma linguagem de forma que qualquer pessoa possa ser capaz de ler e compreender tudo o que está escrito.

Esta linguagem do manual deve ser **clara, objetiva e impessoal**, de forma a não deixar dúvidas. Isto é benéfico para ambos os lados, do fabricante, que vai ter reduzidos os custos de Serviço de Atendimento ao Consumidor devido a uma possível maior compreensão do comprador em relação à utilização do produto bem como evitar descontentamento do consumidor por utilização indevida do produto.

Pelo lado do consumidor, ele vai ter o tempo reduzido do entendimento das instruções do produto pela clareza das informações e também evitar possíveis transtornos como má utilização do produto. Isto são elementos, e no início de um curso de engenharia, muitas vezes podem nem passar por nossas mentes, mas no momento em que nos tornamos um engenheiro de produto, por exemplo, inevitavelmente teremos que nos atentar a estes mínimos detalhes a fim de se obter uma maior satisfação do consumidor.

Uma linguagem técnica pode ser empregada também no caso da elaboração dos resultados de um teste do produto do exemplo da figura anterior. É quando o engenheiro de produto coleta todos os dados dos testes, que muitas vezes são números que devem ser tratados estatisticamente.

Estes dados passam por uma validação em um determinado modelo de controle de qualidade estabelecido pela empresa e enfim, todas estas informações devem chegar de forma rápida, objetiva e clara ao Gerente de Produto de forma que este possa visualizar os dados e tomar decisões em cima disso.

Assim, na figura a seguir podemos verificar os principais elementos que a linguagem de um texto técnico deve conter:

FIGURA 18 - ELEMENTOS DA LINGUAGEM DE UM TEXTO TÉCNICO



FONTE: Adaptado de Bazzo (2014)

Podemos observar que a linguagem, tanto escrita como a falada é relevante no meio profissional. Estes elementos apresentados são de suma importância quando desejamos transmitir informações em uma linguagem técnica. A seguir iremos analisar o papel de cada um destes elementos.

Clareza: Um texto ou relatório deve ser claro o suficiente para que a mensagem possa ser compreendida de uma forma rápida e precisa. O texto não pode deixar margem para dupla interpretação além das informações que se pretende transmitir.

Lembrando que muitas vezes devemos escrever um texto técnico para cada tipo de situação. Por exemplo, quando um engenheiro tem como tarefa enviar uma tarefa a um funcionário da empresa cujo nível de instrução não é o mesmo que o dele. Se caso a pessoa não entende completamente dos termos técnicos geralmente utilizados pela área de engenharia, o engenheiro deve atentar para transmitir a tarefa, seja ela escrita ou verbalmente, de uma forma que o receptor possa compreender a mensagem de forma clara sem margem para outros entendimentos. Isto evita que a tarefa seja executada de forma errada ou incompleta e, conseqüentemente evitando prejuízos futuros.

Objetividade: Em relação à objetividade, ela deve ser praticada tanto na forma escrita quanto na forma verbal, em se tratando da comunicação. Quando, por exemplo, estamos almejando uma promoção de cargo em uma empresa e se isto estiver dependendo da aplicação e apresentação de um projeto interno que seja bem-sucedido e, além disso, este projeto esteja concorrendo com outros colaboradores da empresa que também desejam a mesma vaga, é imprescindível que sejamos objetivos.

Na apresentação do projeto, que muitas vezes é realizada aos superiores, devemos ser o mais objetivo possível na transmissão dos resultados do projeto aplicado. Para isto, a utilização de gráficos, tabelas, quadros comparativos e números podem ser ferramentas importantes nesse sentido.

Impessoalidade: A impessoalidade é também muito importante no processo de comunicação. Deve-se evitar escrever um relatório técnico com termos que indiquem pessoalidade na linguagem, como, por exemplo: “Eu realizei os testes no dia 7 de junho de 2015...”, ou “Eu não observei um resultado significativo nos testes...”.

Ao invés destes termos podemos utilizar as seguintes expressões: “Os testes foram realizados no dia 7 de junho de 2015...”, ou “Não foi observado resultado significativo nos testes realizados...”.

Assim, ter especial atenção à utilização da linguagem técnica no ambiente profissional é muito importante e pode ser praticada já no momento do período enquanto somos estudantes, por exemplo, ao enviar um *e-mail* a um professor ou à secretaria para sanar uma determinada dúvida.

Em uma empresa, é comum termos que nos reportar sobre nossas atividades ou mesmo sobre o resultado de testes, conforme foi exemplificado acima. No ambiente corporativo é comum a utilização de Relatórios Gerenciais para expor estas atividades e/ou resultados.

Assim, veremos a seguir um modelo de Relatório Gerencial comumente utilizado quando estamos trabalhando em uma determinada empresa na área de engenharia. Suponhamos que um engenheiro de produção deve reportar os resultados de testes de ruído de um motor utilizado por uma indústria de ar-condicionado.

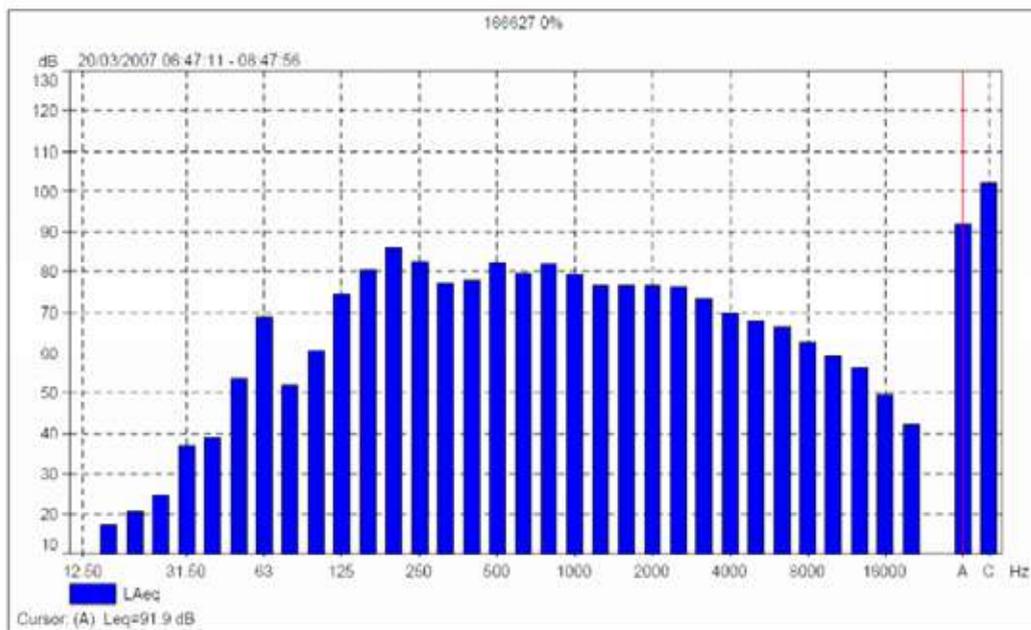
Muitas vezes, o técnico do laboratório foi o que realizou de fato o teste supervisionado pelo engenheiro. É tarefa do engenheiro, então, coletar os resultados dos testes, compilá-los em um *software* de análise estatística, avaliar e analisar os dados e organizar os resultados em forma de tabelas, gráficos ou quadros comparativos.

O Gerente de Produto saberá de tudo o que foi necessário para a realização dos testes, cada material, o tempo entre outros fatores. No entanto, conforme já vimos anteriormente, devemos ser o mais claro, objetivo e impessoal na transmissão destas informações.

Dessa forma, um modelo de Relatório Gerencial para um teste simples seria:

- Título: Relatório Gerencial de Teste de Ruídos de Motores
- Data:
- Local:
- Responsáveis pelo teste:
- Período do teste:
- Objetivo: teste de ruído de motores
- Resultados:
- Conclusões prévias:

FIGURA 19 - EXEMPLO DE RUÍDO EM MOTORES



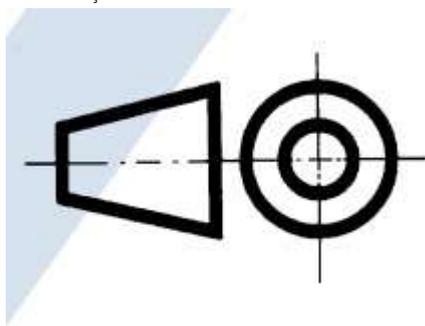
FONTE: Araújo (2008)

Geralmente, quando se trata de um experimento mais simples, uma ou duas páginas são suficientes para a apresentação dos resultados. Caso seja um experimento mais complexo em que foi necessário muito tempo de testes, logicamente mais dados e mais gráficos e tabelas devem ser apresentados. Outras vezes, o engenheiro deve apresentar uma solução para um problema que reside no fato da forma como uma peça, por exemplo, é projetada. Portanto, ele deverá utilizar muitos recursos gráficos para representação da peça em questão. Um destes recursos é a utilização de desenhos técnicos, sendo que atualmente a maioria deles é realizada por *softwares* e pacotes computacionais, para representar um determinado objetivo facilita muito a visualização do problema e também pode auxiliar em uma possível solução para tal.

Por exemplo, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) 10067, “Princípios gerais de representação em desenho técnico” trata de forma detalhada todas as regras para se representar um determinado objeto.

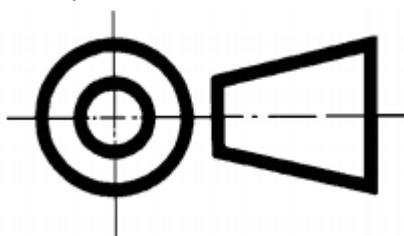
Nesta norma, podemos encontrar dois métodos de projeto ortográfico, sendo elas a do 1º Diedro a do 3º Diedro, conforme demonstrados nas Figuras 20 e 21:

FIGURA 20 - REPRESENTAÇÃO ORTOGRÁFICA PELO MÉTODO DO 1º DIEDRO



FONTE: NBR10067 (1995)

FIGURA 21 - REPRESENTAÇÃO ORTOGRÁFICA PELO MÉTODO DO 3º DIEDRO



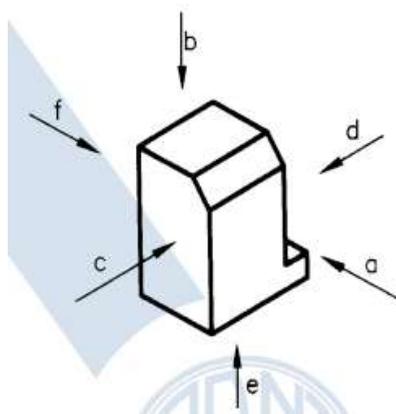
FONTE: NBR10067 (1995)

Além disso, a norma nos traz detalhes importantes de que a cor preta deve ser utilizada como padrão nestes tipos de representações. Em relação às denominações das vistas e as posições relativas das vistas há especificações, sendo que podemos apresentar aqui as relativas ao do método do 1º Diedro, exemplo:

- **Denominação das vistas:**

Os nomes estão contidos na figura a seguir:

FIGURA 22 - REPRESENTAÇÃO DO DIEDRO



FONTE: NBR10067 (1995)

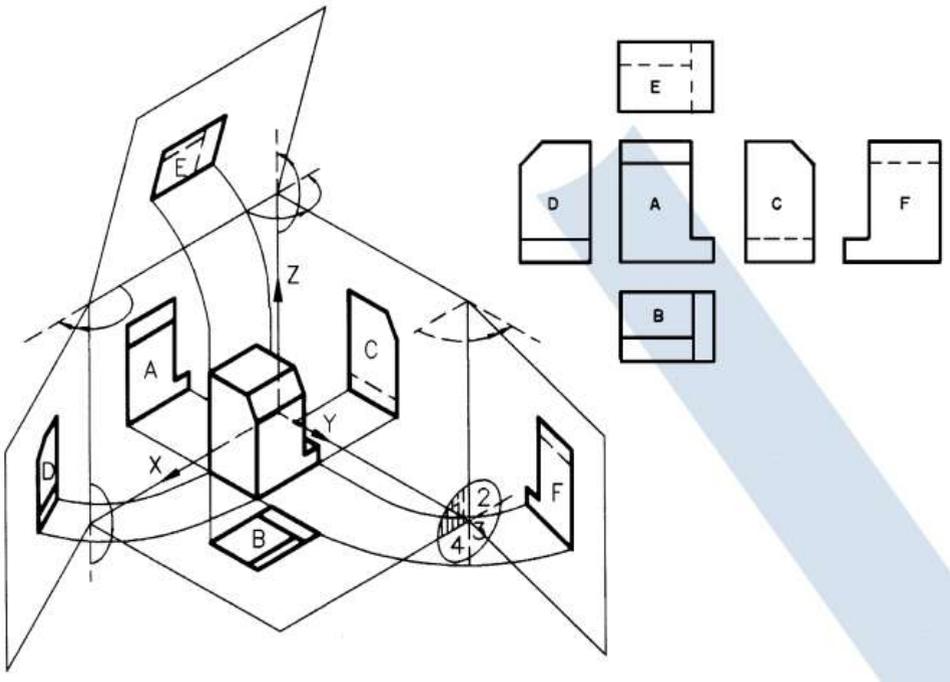
- a) vista frontal (a);
- b) vista superior (b);
- c) vista lateral esquerda (c);
- d) vista lateral direita (d);
- e) vista inferior (e);
- f) vista posterior (f).

• **Posição relativa das vistas do 1º diedro:**

Fixando a vista frontal (A) conforme a figuras a seguir, as posições relativas das outras vistas são as seguintes:

- a) vista superior (B), posicionada abaixo;
- b) vista lateral esquerda (C), posicionada à direita;
- c) vista lateral direita (D), posicionada à esquerda;
- d) vista inferior (E), posicionada acima;
- e) vista posterior (F), posicionada à direita ou à esquerda, conforme a conveniência.

FIGURA 23 - REPRESENTAÇÃO DAS VISTAS DO DIEDRO



FONTE: NBR10067 (1995)

Logicamente, as especificações sobre desenho técnico estão muito mais detalhadas na norma e também na Unidade 1 desde Caderno de Estudos, mas a intenção aqui é somente de expor a função e a importância de como a utilização de desenhos pode ser eficaz na representação de um objeto em um relatório técnico.

Por outro lado, sabemos que não é em 100% do tempo que devemos manter a convenção da utilização da linguagem formal, principalmente na linguagem falada. No ambiente rotineiro e cotidiano, a comunicação deve ser objetiva e a mais clara possível. Em um ambiente informal dentro de uma empresa, muitas vezes a utilização da linguagem coloquial se faz até necessária. A linguagem coloquial é aquela dita informal, que não necessariamente precisa ter o rigor técnico ou gramatical.

4 O QUE A SOCIEDADE ESPERA DO ENGENHEIRO?

Agora, saindo desse nosso ambiente da engenharia e pensando pelo lado da sociedade, ou seja, aquela que não está ligada profissionalmente a esta área, de que forma ela observa o engenheiro? O que ela espera que sejamos ou façamos?

Da mesma forma que, por exemplo, todos esperamos que os magistrados atuem de forma imparcial em suas decisões, que os médicos atuem de forma precisa em seus diagnósticos, devemos nos lembrar sempre, acima das particularidades de cada um de nós, que a engenharia deve possuir um papel de atuação e mudança (para melhor) na sociedade que nos cerca.

Não adianta construirmos ruas perfeitas, bem drenadas, bem sinalizadas se não houver uma calçada para o pedestre caminhar e se utilizar da infraestrutura instalada. Não é de interesse social a construção de moradias comunitárias para pessoas de baixa renda em que o custo do imóvel seja de um valor impossível de ser adquirido por eles.

Devemos sempre ter em mente que, bem como as outras profissões e ocupações, a engenharia possui uma função de mudança social muito importante para toda a sociedade. Devemos sim, sempre buscar o melhor para nós, mas nunca esquecermos do que foi discutido no início deste tópico, sobre a nossa responsabilidade social.

LEITURA COMPLEMENTAR

A seguir, vamos observar o texto de Pedro C. da Silva Telles que é Engenheiro do Instituto Histórico e Geográfico Brasileiro e da Academia Nacional de Engenharia e, embora tenha sido publicado na década de 1990, possui elementos aplicáveis na atualidade e que são úteis para expandirmos nossa visão sobre a Responsabilidade Social do Engenheiro. O texto foi publicado na Revista CIT, Vol. XVI - Nº 2 - 2º Quadrimestre de 1999, intitulado “A FUNÇÃO SOCIAL E A RESPONSABILIDADE SOCIAL DO ENGENHEIRO”. Boa leitura!

Para algumas profissões - médico, sacerdote, juiz, professor, policial etc. -, a sua função social é imediatamente evidente a todos. Para o engenheiro, porém, que lida com números, cálculos e materiais da natureza, a sua função social não é tão evidente, podendo mesmo parecer, para muitas pessoas, como um aspecto secundário ou até irrelevante de sua atividade profissional.

Entretanto, nada mais falso! A função social da engenharia não é uma atividade secundária, mas uma decorrência intrínseca da própria profissão. Tudo o que o engenheiro faz, dentro da sua profissão, destina-se, em última análise, a satisfazer alguma necessidade humana, e portanto uma necessidade social: um prédio destina-se à moradia, ao trabalho ou ao lazer das pessoas; as estradas e os veículos destinam-se ao transporte de pessoas ou de mercadorias, que, por sua vez, destinam-se a satisfazer necessidades das pessoas; as indústrias destinam-se a produzir bens que também vão atender às necessidades humanas, e, assim por diante, para quaisquer outros projetos ou obras de engenharia: portos, usinas e sistemas elétricos, obras públicas, sistemas de comunicações etc., etc.

Assim, é muito importante que os engenheiros tenham sempre em vista a finalidade social de tudo o que fazem, porque as pessoas – a quem se destinam todos os projetos e obras de engenharia – têm o direito de que suas necessidades sejam atendidas da melhor maneira possível. Além disto, a própria execução material dos projetos e das obras é também realizada por pessoas e por isso deve também ser uma preocupação fundamental na atividade do engenheiro dar as melhores condições possíveis de trabalho a todos esses seus colaboradores, mesmo os mais humildes.

Esse é um aspecto importantíssimo da função social do engenheiro: o fato de ser o agente de alargamento, expansão e diversificação do mercado de trabalho, dando assim ocupação, salário e um sentido de utilidade na vida a muitos milhares de pessoas. Por isso, a atuação do engenheiro deverá ser, antes de mais nada, produzir obras que concorram para o bem da sociedade, subordinando sempre as suas decisões às exigências dessa mesma sociedade.

Qualquer obra de engenharia deve sempre procurar atender a quatro objetivos: funcionalidade, segurança, economia e estética. Isto é, a obra deve ser funcional, atendendo o melhor possível à finalidade a que se destina; deve ser

segura, procurando-se, na medida do possível, evitar acidentes quer na execução da obra quer depois, na sua utilização; deve ter o menor custo possível e, finalmente, deve ter um aspecto estético agradável. Observa-se que dessas quatro condições, somente a última, que também é importante, tem um caráter subjetivo, porque o que agrada esteticamente a alguém pode, com igual direito, desagradar a outros.

As outras três condições são, por natureza, essencialmente objetivas: a obra ou atende bem a sua finalidade ou não atende, ou é segura ou não é, ou é econômica ou não é. Por ordem de importância, pode-se dizer que desses quatro objetivos os dois primeiros são essenciais, e não podem ser sacrificados, em nenhuma hipótese, a pretexto, por exemplo, de melhor atender aos outros dois objetivos. Isto é, em nenhuma obra de engenharia pode-se permitir que a funcionalidade e a segurança sejam prejudicadas com intenção de baixar os custos ou melhorar a sua estética. Infelizmente, não são raras as obras que não atendem satisfatoriamente a finalidade a que se destinam, bem como não atendem a segurança ou as que resultam em custos desnecessariamente elevados.

Um engenheiro pode falhar no exercício de sua profissão principalmente por uma ou mais das quatro seguintes razões:

- Ignorância ou incompetência em relação ao assunto do projeto ou da obra em questão.
- Desídia, isto é, quando não se trata de ignorância ou incompetência, mas desleixo ou desinteresse em relação aos serviços sob sua responsabilidade. Essa é, com frequência, uma falta bem mais grave do que a anterior.
- Ganância, por que não dizer, associada ou não à falta de caráter. Faltas gravíssimas, quando o serviço é propositalmente malfeito, ou feito com custo abusivo, para obter um maior lucro.
- Covardia. Quando um profissional faz um serviço malfeito, sabendo que está malfeito, por medo de desobedecer a uma ordem superior.

Devido justamente à finalidade social intrínseca a qualquer obra de engenharia uma falha nunca é sem consequências, e é importante que os engenheiros sempre se conscientizem disso. A consequência poderá ser pequena, apenas um pequeno prejuízo de alguém, mas sempre existirá. A consequência também poderá ser grave, ou gravíssima, quando uma única falha poderá resultar em um grande desastre ou mesmo em uma catástrofe.

É nisso que consiste a responsabilidade social da engenharia. Infelizmente não são raros os casos em que os engenheiros não avaliam devidamente, ou não se dão conta dessa responsabilidade, isto é, as consequências sociais e humanas daquilo que projetam ou daquilo que constroem. Uma das razões dessa negligência é porque a responsabilidade social da engenharia não costuma ser enfatizada, ou sequer mencionada, nos currículos das escolas: aprende-se a lidar com os materiais e com as leis físicas, mas não se aprende a lidar com pessoas humanas.

Ensinam-lhes como projetar e como construir com economia e segurança, mas não lhes ensinam a encarar os problemas humanos consequentes das obras, ou como evitar ou minimizar esses problemas. O elemento humano é reduzido simplesmente a um número ou um fator de produção – assim como os materiais – e não ao destinatário final de qualquer atividade de engenharia. É necessário, por isso, rever os programas escolares para neles incluir materiais de caráter social e humano.

É importante assinalar que a nossa responsabilidade tem aumentado consideravelmente com o passar do tempo devido ao progresso tecnológico proporcionado pela própria engenharia. As nossas obras em geral, prédios, pontes, estradas, usinas, barragens, sistemas elétricos, navios, aviões etc., etc. têm-se tornado maiores, mais valiosas e, também, em muitos casos, mais audaciosas e de maior risco. Assim, as consequências de uma falha tendem a se tornar também cada vez maiores, se não catastróficas. As consequências da má engenharia podem ser gravíssimas. Acidentes, como os que ocorreram em Chernobyl, Bhopal (Índia) e Mar de Aral (Sibéria), ilustram bem esse fato. Há tempos, cada cidade tinha sua própria usina elétrica e, por isso, as consequências de uma pane afetavam apenas a própria cidade.

Atualmente, os sistemas elétricos são interligados em grande extensão e, assim, uma falha que ocorre reflete-se sobre um grande território, um país inteiro e, às vezes, até mais. O desabamento de uma pequena casa, ou de uma pequena ponte, como existiam antigamente, é muito diferente do desabamento de um grande prédio ou de um importante viaduto. E assim por diante para quase todos os campos da engenharia. É o processo tecnológico e a globalização tendendo a, cada vez mais, aumentar a responsabilidade dos engenheiros.

Os engenheiros não apenas constroem, mas também projetam todos os tipos de obras de engenharia, e ainda operam fábricas, usinas, refinarias, sistemas elétricos e de comunicações, redes de águas e de esgotos etc. Assim, as falhas podem acontecer em três níveis: nos projetos, nas obras, ou na operação. Uma grande causa de prejuízo e também de descrédito para os engenheiros e para a própria engenharia são as obras paralisadas. Nós, engenheiros, sabemos perfeitamente o que representa de prejuízos uma obra interrompida: perda e deterioração de materiais e equipamentos, deterioração, às vezes irrecuperáveis, da própria obra, desmonte de equipes profissionais etc. A paralisação de uma obra não depende somente dos engenheiros.

Depende também – e até com mais frequência – da decisão de outras pessoas que muitas vezes não avaliam, ou não têm condições de avaliar corretamente, todos os danos resultantes da paralisação de uma obra. E por isso nossa obrigação é alertar, explicar e insistir junto às autoridades e todas as outras pessoas envolvidas fazendo-as ver a extensão e a gravidade dos prejuízos consequentes. A bem da verdade cumpre dizer que não são poucos os casos em que também temos alguma responsabilidade sobre obras paralisadas: são as obras

mal planejadas ou incorretamente orçadas, as obras inoportunas, fora da realidade ou feitas principalmente, ou somente para atender a interesses políticos ou a outros interesses subalternos.

Todos nós sabemos que qualquer obra tem um custo. Existe sempre um custo financeiro e existe também, com frequência, um custo social e um custo ecológico. O importante em qualquer obra de engenharia é que o custo total da obra - isto é, a soma de todos os custos acima citados -, que representa, afinal de contas, o que a sociedade paga pela obra, seja amplamente compensado por um benefício social decorrente da obra, certamente muitas vezes maior que o custo. O custo financeiro é fácil de ser quantificado, e, na maioria das vezes, é o único que é considerado, sendo de notar que, dentro desse custo, a parcela correspondente propriamente à engenharia é sempre muito pequena.

Para os outros custos não é tão fácil a sua avaliação. O custo social é, por exemplo, o prejuízo material e moral causado por desapropriações, a deterioração da qualidade de vida causada pela obra ou pela execução da obra nas áreas vizinhas, e outros prejuízos e incômodos causados a terceiros em consequência da obra. O custo ecológico é a agressão à natureza - principalmente quando de caráter irreversível causada pela obra. Se possível, e quando possível, o custo social e o custo ecológico devem ser zero. Quando não possível - e infelizmente é o que ocorre na maioria dos casos - todos os esforços devem ser feitos para que esses custos sejam mínimos.

Infelizmente tem havido casos em que esses aspectos não foram devidamente considerados: É comunicar-se, por exemplo, a construção, no início desse século, da Avenida Central - depois denominada Rio Branco e, mais tarde, na década de 40, da Avenida Presidente Vargas, ambas no Rio de Janeiro. Foram duas grandes obras de engenharia que trouxeram inegáveis vantagens e progresso à cidade, mas, para as quais, não houve qualquer providência para solucionar, ou minimizar, as consequências da demolição de centenas de casas no centro da cidade, e o resultante desalojamento de considerável população.

Infelizmente também, e até com relativa frequência, o progresso material proporcionado pelas obras de engenharia tem trazido efeitos negativos, danos ecológicos e sociais, piora na qualidade de vida, e até aumento na violência. Nós, engenheiros, como principais agentes responsáveis por esse progresso, temos de verificar se não nos cabe alguma responsabilidade por esses efeitos negativos. Se o mundo está se tornando desumano devido ao progresso tecnológico, é necessário que ajudemos a descobrir de que forma poderá ser humanizado.

Além da função social da engenharia - a engenharia entendida como uma entidade abstrata, temos que considerar também a função social do engenheiro como ser humano. Como indivíduo, isto é, como ser humano, o engenheiro não pode perder de vista a função social de sua profissão, e também a de atuar como um condutor de homens. Quase todos os engenheiros terão de comandar homens, mestres, contramestres, projetistas, desenhistas, operários e até mesmo outros

engenheiros. Comandar significa dar e transmitir ordens – bem como receber ordens de seus superiores –, instruir e treinar, avaliar e eventualmente punir, além de organizar e dirigir o trabalho.

Não são tarefas fáceis. Hoje em dia não há quem não considere como importante, ou melhor, como essencial à vida moderna – a atuação do engenheiro, sendo mesmo difícil imaginar como sendo possível a vida da sociedade sem que existissem os inumeráveis bens, de todo tipo, resultantes da atividade do engenheiro. Por isso é necessário que nós, engenheiros, saibamos também valorizar a nossa profissão, para corresponder ao que a sociedade dela espera.

FONTE: Disponível em: <http://rmct.ime.eb.br/arquivos/RMCT_2_quad_1999/func_soc_resp_soc_eng.pdf>. Acesso em: nov. 2015.



RESUMO DO TÓPICO 2

Neste tópico vimos que:

- A função do engenheiro não se limita somente aos aspectos técnicos cujos conhecimentos foram adquiridos na universidade, a responsabilidade social deve ser sempre lembrada e praticada no cotidiano da vida pessoal e profissional do engenheiro.
- A importância do processo de comunicação e suas particularidades no desenvolvimento profissional do engenheiro, os componentes da comunicação e exemplos do ambiente de trabalho.
- A linguagem técnica possui características que devem ser seguidas quando desejamos apresentar um trabalho técnico ou expor algum projeto, já a linguagem coloquial, que é a linguagem informal, deve ser explorada da mesma forma, no entanto, respeitando-se os momentos adequados, considerando um ambiente de trabalho.

AUTOATIVIDADE



1 Cite em que áreas o engenheiro possui grande potencial de contribuição para a melhora da sociedade, tendo em vista a responsabilidade social e também levando em conta os aspectos ambientais e recursos naturais.



2 Considerando as Figuras 16 e 17 deste tópico, elabore um exemplo de um esquema de processo de comunicação sendo o emissor um gerente engenheiro de produção e o receptor o estagiário do curso técnico de desenvolvimento de produto. Além disso, cite duas características que a mensagem deve possuir considerando as diferenças de nível de conhecimento entre os dois.



O ENGENHEIRO E O MERCADO DE TRABALHO

1 INTRODUÇÃO

O mercado de trabalho para a engenharia, nos últimos anos obteve um elevado crescimento na oferta de vagas, no entanto, verifica-se que grande parte destas vagas exigiam um nível maior de especialização do profissional.

Dessa forma, ao mesmo tempo em que houve uma maior quantidade de engenheiros formados no Brasil, houve uma maior competição por vagas no mercado, exigindo que os candidatos às vagas se diferenciem cada vez mais por meio de cursos complementares, cursos de línguas estrangeiras e também de pós-graduação.

Neste tópico, iremos apresentar como tem se comportado este mercado, suas principais exigências, em termos de habilidades e competências dos candidatos, que servem de dicas para quando formos buscar uma vaga nas empresas.

Iremos acompanhar também as questões relativas aos trabalhos de um engenheiro, de um tecnólogo e um técnico e verificarmos que todos podem trabalhar juntos de forma a obter um sinergismo de experiências e conhecimentos. Por último iremos consolidar algumas informações já apresentadas nesta unidade de forma a observar qual é o engenheiro do futuro que o mercado de trabalho deseja.

2 O MERCADO DE TRABALHO PARA O ENGENHEIRO NO BRASIL E NO MUNDO

Nos últimos anos a quantidade de engenheiros formados no Brasil só tem aumentado e paralelamente este cenário tem contribuído para o avanço da área em diversas outras áreas de atuação, contribuindo para a inovação e avanço tecnológico.

Algumas áreas da engenharia têm tido destaque e encontram-se em ascensão, como engenharia de petróleo, engenharia de computação, engenharia mecatrônica, engenharia biomédica, engenharia civil e engenharia de produção ligada ao desenvolvimento de produto.

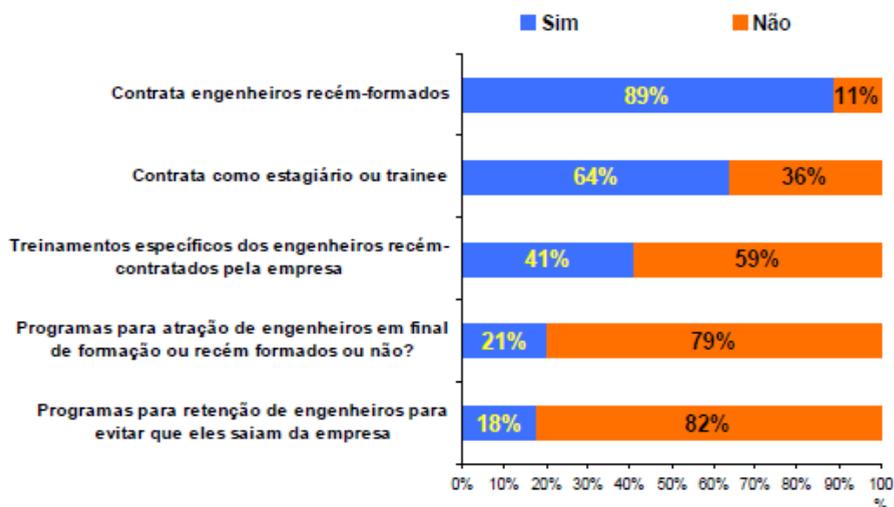
Conseguir um emprego na área é uma das grandes preocupações do aluno ainda durante o curso de graduação. Para facilitar a entrada no mercado de trabalho, muitos deles optam por realizar estágio nos últimos anos do curso. Especialistas indicam que o estágio é uma excelente oportunidade para o acadêmico poder mostrar suas habilidades e competências em projetos reais que são implementados pela equipe profissional.

Outra oportunidade são os chamados programas de *trainees* em que o recém-formado é contratado pela empresa por um tempo determinado, geralmente de um a dois anos, em que o profissional passará por diversos treinamentos diferenciados a fim de, caso seja efetivado depois do programa, ocupar cargos de gerência e outras posições superiores.

Uma opção que recentemente tem ganhado cada vez mais espaço é a abertura de empresas ligadas à inovação tecnológica, sendo que muitos fundam estas empresas quando ainda alunos do curso de graduação. Estas empresas geralmente são chamadas de *startups*.

Segundo um estudo do Conselho Federal de Engenharia e Agronomia (CONFEA) realizado em 2010, com diversas empresas no país que possuem engenheiros em seu corpo de colaboradores, levantou que a maioria das empresas, 89% contratam engenheiros recém-formados, e cerca de 64% contratam como estagiários ou depois de formados como *trainees*.

FIGURA 24 - LEVANTAMENTO SOBRE A CONTRATAÇÃO DE ENGENHEIROS



FONTE: CONFEA (2010)

Além disso, somente 41% passam por treinamentos específicos logo após serem contratados, 21% possuem programas para atração de engenheiros em final de formação e somente 18% realizam esforço por meio de programas de retenção de mão de obra quando já estão contratados.

Com a carência de cursos de engenharia com conteúdos condizentes com a realidade do mercado, muitas empresas, conforme citado 41%, acabam realizando treinamentos específicos organizados e oferecidos por elas mesmas.

Este estudo da CONFEA levantou, então, quais tipos de treinamentos elas oferecem. Considerando treinamentos dentro da empresa, os principais são:

- Treinamento direcionado à situação específica da empresa.
- Treinamento para controle e certificação de qualidade.
- Treinamento para adaptação à cultura da empresa.
- Treinamento externo.

Já os cursos e treinamentos oferecidos fora da empresa, os principais são:

- Cursos em áreas específicas não diretamente relacionadas à situação da empresa.
- Planejamento, administração, administração de projetos, administração da produção, orçamentação e administração de custos.
- Cursos sobre produtos da empresa.
- Cursos básicos nas áreas de atuação específica da empresa.
- Cursos de *softwares* genéricos.
- Habilidades comerciais e de vendas.
- Cursos de segurança no trabalho.
- Cursos de liderança e administração de pessoas.
- Cursos sobre processos específicos da empresa.

Palestras, seminários e congressos são a menor parcela que as empresas dedicam para formação contínua do engenheiro na empresa, composto pelos seguintes elementos:

- Palestras de convidados.
- Participação em seminários.
- Participação em congressos.

Voltando para uma etapa anterior, ainda sobre os resultados do estudo do CONFEA, de quando o profissional já se encontra na empresa que é quando ele ainda vai disputar uma vaga no mercado de trabalho na área de engenharia, vamos observar quais são os principais critérios que as empresas analisam para se contratar um profissional de engenharia, divididos por itens:

a) Experiência e conhecimento anterior no ramo:

- Experiências anterior no ramo.
- Conhecimentos específicos do ramo, produtos da empresa.
- Conhecimento técnico geral.
- Conhecimento em línguas estrangeiras como inglês, espanhol, francês e alemão.
- Base teórica sólida.
- Conhecimento de computação.
- Capacidade de desenvolvimento de projetos.
- Familiaridade com diversidade de áreas.
- Administrar recursos humanos.
- Habilidade comercial.

b) Aptidão Pessoal e Profissional:

- Espírito de equipe.
- Habilidade no relacionamento humano.
- Iniciativa, aptidão para aprender tarefas novas.
- Capacidade de comunicação.
- Facilidade de adaptação a situações novas.
- Ambição e vontade de crescer dentro da empresa.
- Dinamismo.
- Facilidade de lidas com clientes.

c) Políticas de Contratação da Empresa:

- Avaliação de currículo.
- Realização de concurso público.
- Entrevista pessoal.
- Perfil adequado para a empresa e tarefas.
- Referências profissionais.
- Empresas em que trabalhou ou foi *trainee*.
- Notas escolares.
- Tempo em que ficou em outros empregos.
- Salário esperado.
- Testes específicos.

d) Perfil Acadêmico:

- Qualidade e reputação da escola.
- Cursos no ramo específico da empresa.
- Cursos de especialização e pós-graduação.

e) **Liderança e Capacidade de Solução de Problemas:**

- Liderança.
- Habilidades Gerenciais.

f) **Traços Pessoais:**

- Atitude e comportamento adequados.
- Honestidade e ética.

Todas estas informações são úteis para que nós possamos, desde o momento de nossos cursos da graduação, já começar a perceber quais são as exigências que o mercado demanda e, acima de tudo, para que possamos direcionar nossas formações complementares.

Além disso, com base nestas informações, podemos praticar em atividades de grupo na universidade e mesmo durante estágios as competências e habilidades que menos dominamos para que nas ocasiões de processos seletivos das empresas possamos ter vantagens sobre os outros candidatos.

Ainda sobre este assunto, podemos ver a seguir o outro lado da questão, que são os principais motivos que fazem com que as empresas não contratem profissionais de engenharia e que são muito importantes termos conhecimento disso para evitarmos estas características e comportamentos na busca por uma vaga no mercado de trabalho, são eles elencados a seguir:

a) **Falta de conhecimento e experiência anterior no ramo:**

- Falta de experiência profissional.
- Falta de conhecimento do ramo específico da empresa.
- Falta de habilidade e conhecimentos técnicos.
- Não fala línguas estrangeiras.

b) **Problemas pessoais e de atitude:**

- Falta de dinamismo, iniciativa, envolvimento, saber lidar com problemas.
- Dificuldade em se relacionar com pessoas.
- Referências pessoais negativas, problemas éticos.
- Falta de habilidade de trabalhar em grupo e falta de espírito de equipe.
- Dificuldades de comunicação.
- Falta de liderança.

c) **Atitude e comportamento inadequados:**

- Problemas de personalidade.
- Arrogância.
- Desonestidade.

- Aparência desleixada.
- Inconstância em empregos anteriores.
- Desorganizado.

d) **Perfil acadêmico fraco:**

- Notas baixas, desempenho acadêmico fraco.
- Falta de formação na área específica da empresa.

Agora, considerando a formação especializada do profissional de engenharia e lembrando que a economia estava em um momento relativamente positivo na área de engenharia até 2012, muitas empresas, principalmente ligadas às áreas de telecomunicações, petróleo e tecnologia da informação, começaram a buscar, de forma mais abrangente, profissionais mais especializados em suas funções. Ou seja, algumas grandes empresas começaram a perceber a necessidade de ter colaboradores com cursos de pós-graduação em nível de especialização e também mestrado para atuar nestas áreas, que exigem um perfil mais especializado.

Podemos verificar na tabela a seguir, um levantamento realizado pelo OIC em 2013, a evolução dos números de formandos em engenharia, em suas diversas modalidades em nível de graduação, mestrado e doutorado.

TABELA 6 - EVOLUÇÃO DO NÚMERO DE FORMANDOS EM ENGENHARIA NA GRADUAÇÃO, MESTRADO E DOUTORADO NO BRASIL, NO PERÍODO DE 2006 ATÉ 2012

Ano	Titulação			Total
	Superior	Mestrado	Doutorado	
2006	160.657 95,6%	3.948 2,3%	3.411 2,0%	168.016
2007	173.457 95,5%	4.521 2,5%	3.595 2,0%	181.573
2008	191.804 95,3%	5.552 2,8%	3.802 1,9%	201.158
2009	198.720 95,2%	6.140 2,9%	3.989 1,9%	208.827
2010	217.733 95,1%	6.686 2,9%	4.557 2,0%	228.976
2011	229.498 94,1%	8.949 3,7%	5.413 2,2%	243.835
2012	245.727 93,9%	10.177 3,9%	5.703 2,2%	261.607

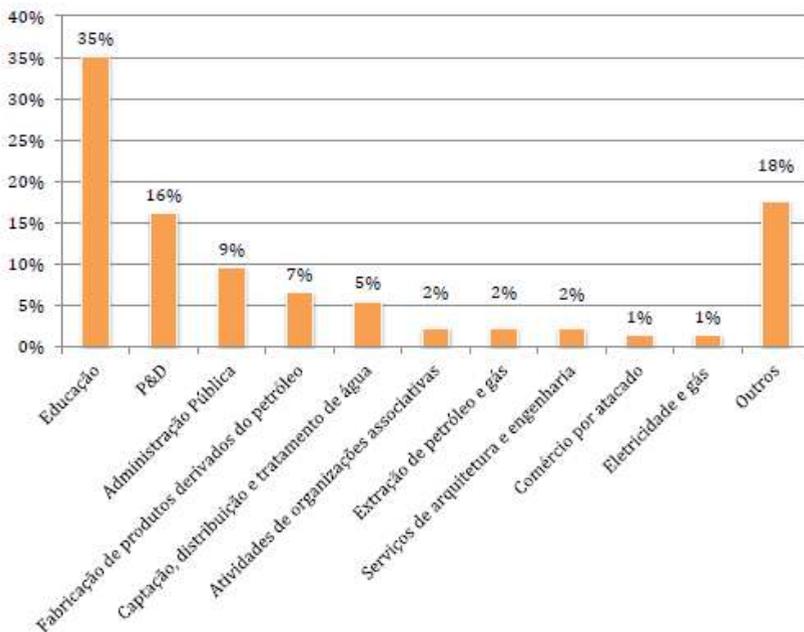
FONTE: OIC (2013)

Observamos também nesta tabela que o número total de formados em engenharia nestes níveis analisados aumentou, de cerca de 168 mil em 2006, para 261 mil pessoas em 2012, com crescimento de pouco mais de 55%. Este aumento foi consideravelmente alto, tendo em vista o curto espaço de tempo de sete anos.

Assim, verificamos uma maior oferta de profissionais se formando em engenharia e conseqüentemente as empresas passam a ficar mais exigentes no momento de contratar os profissionais. Nesse sentido, muitos profissionais, desejando aumentar seus conhecimentos na área e também poder se diferenciar no mercado passaram a ver a pós-graduação como uma estratégia.

Décadas atrás, o principal destino de profissionais que se formavam na pós-graduação era a docência em ensino superior. Atualmente, vemos que este quadro mudou um pouco e o destino destes indivíduos se diversificou com o tempo.

GRÁFICO 1 - PRINCIPAIS ÁREAS DE DESTINO DE PROFISSIONAIS QUE SE FORMAM NA PÓS-GRADUAÇÃO NO BRASIL



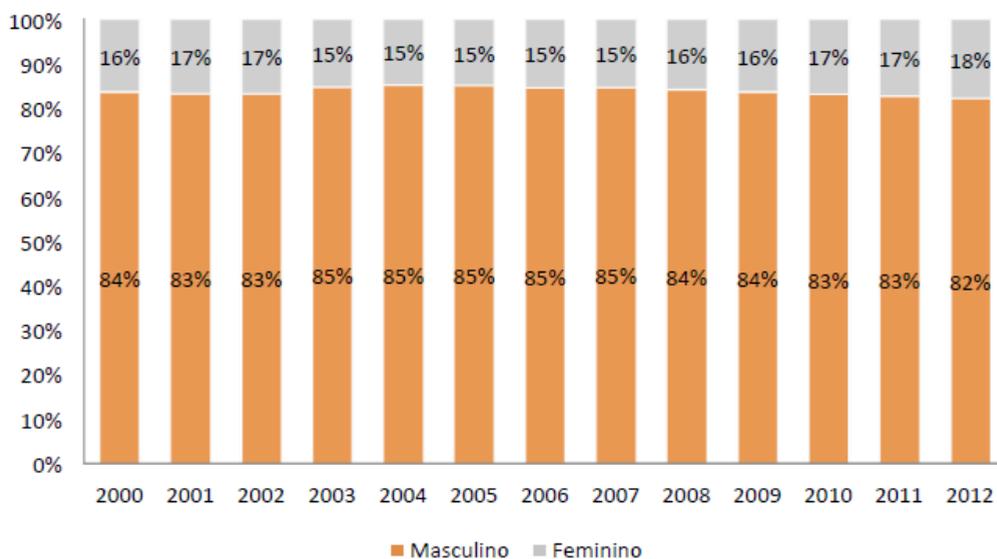
FONTE: IOC (2013)

Podemos verificar nesta figura que a Educação ainda é o principal destino de profissionais com o título da pós-graduação, no entanto, instituições públicas e privadas que possuem setor de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) abarcam cerca de 16% destes indivíduos.

Em seguida, vem a Administração Pública com 9% e setores estratégicos e especializados como a Fabricação de produtos derivados do petróleo com 7% e Captação, distribuição e tratamento de água com 5%. Vale citar que a área designada como Serviços de arquitetura e engenharia com 2% são aquelas empresas que prestam consultorias e serviços para os diversos setores da economia.

Um cenário que ainda continua relativamente estável é a proporção de mulheres engenheiras no total de profissionais do setor no mercado de trabalho no Brasil. Desde o ano 2000, a porcentagem de mulheres na engenharia pouco mudou, sendo 16% e no ano de 2012, esta proporção subiu apenas 2%, passando para 18%.

FIGURA 25 - PROPORÇÃO DE PROFISSIONAIS DA ENGENHARIA POR GÊNERO



■ Masculino ■ Feminino

Fonte: OIC (2013)

Podemos notar também nesta figura que há uma ampla maioria de engenheiros do gênero masculino atuando no Brasil, no entanto, em valores absolutos, no ano de 2000, havia cerca de 103 mil homens e 20 mil mulheres, sendo que estes números aumentaram consideravelmente no ano de 2012, para 214 mil homens e 46 mil mulheres.

Este aumento beneficiou deveras o setor de engenharia e muito embora ainda haja esta disparidade na proporção de engenheiros homens em relação as do gênero feminino, sabe-se que quanto maior é o número de engenheiros formados em um país, maior é o seu nível de desenvolvimento, devendo-se, é claro, atentar-se à qualidade dos cursos oferecidos.

Em relação ao mercado de trabalho da engenharia no mundo, é bastante valorizado o profissional que tenha alguma formação complementar ao curso de graduação, como, por exemplo, um curso de pós-graduação. Logicamente,

os fatores inerentes de se obter um trabalho fora do Brasil é conhecer e saber de uma forma, no mínimo avançada, línguas estrangeiras como o inglês, espanhol e francês, principalmente.

Na área de engenharia, particularmente, há muitas indústrias ligadas à engenharia que possuem matriz em países como a Alemanha e Japão, dessa forma, conhecimentos nestas línguas podem ser um diferencial do profissional que dominar estes idiomas também, além do inglês.

3 O ENGENHEIRO, O TECNÓLOGO É O TÉCNICO

É comum quando saímos da universidade nos depararmos com profissionais formados em cursos técnicos dominando conhecimento, muitas vezes, maior em um determinado assunto, em relação ao universitário recém-formado. Muito disso, reside no fato de que o técnico possui formação voltada à prática e implementação de tecnologias, que muitas vezes o engenheiro, enquanto acadêmico, tenha visto o assunto somente na teoria. No entanto, esta situação não é conflituosa, sendo que os cursos possuem, por natureza, objetivos diferentes mesmo.

Os técnicos possuem formação de conteúdo paralelamente ou subsequente ao ensino médio, podendo este ter uma duração que pode ir de um ano e meio a três anos. Dessa forma, como o tempo é menor em relação a um curso de engenharia, que geralmente dura cinco anos, o ensino técnico contempla aspectos voltadas, majoritariamente, para a prática.

A parte prática de um curso de engenharia, muitas vezes, é observada somente nos estágios ou em programas de *trainees*, no entanto, este profissional possui base teórica mais sólida e consegue adquirir aspectos práticos com o passar do tempo durante o exercício profissional.

Curso de tecnologia são em sua maioria, recentes, considerando a história das profissões. Estes foram criados também para atender uma demanda específica do mercado que necessita de profissionais com conhecimentos tecnológicos e práticos mais apurados. Os cursos de tecnologias são cursos superiores e geralmente possuem duração de três a quatro anos, sendo assim, também mais curto que um curso de engenharia. Mas não devemos pensar que os técnicos e os tecnólogos são nossos desafetos por estarem competindo conosco no mercado de trabalho. Cada um deles possui atribuições diferenciadas e pensadas justamente para não haver conflitos de interesse entre as profissões.

Muitos deles irão, provavelmente, nos ajudar, oferecendo e transmitindo conhecimentos práticos e anos de experiências quando estivermos trabalhando no mercado de trabalho. Da mesma forma, iremos contribuir com nossos conhecimentos adquiridos no curso universitário, que possui como um dos principais objetivos o aspecto formativo, e assim, podendo trabalhar em conjunto em projetos de engenharia.

4 O ENGENHEIRO DO FUTURO E O FUTURO DA ENGENHARIA

Com base em tudo o que já foi discutido nesta unidade, podemos ter uma ideia qual tipo de profissional de engenharia é esperado hoje e no futuro no mercado de trabalho. Antes de tudo, temos que exercer nossos deveres como cidadão, em seguida lembrarmos do nosso papel como engenheiros e acima de tudo sempre manter a ética e o profissionalismo.

Aspectos como a Responsabilidade Social e a preocupação com o meio ambiente merecem atenção, esses assuntos devem estar sempre presentes na vida profissional do engenheiro, pois estes serão cada vez mais requisitados em projetos de engenharia a serem implementados não só no Brasil, mas no mundo todo.

Consolidando algumas informações que já foram de certa forma discutidas nesta Unidade 2 e também na Unidade 1, podemos observar, na tabela a seguir, os componentes do núcleo de conhecimento da engenharia de produção. A análise cuidadosa destes componentes deve ser realizada, pois cada uma delas será provavelmente uma área principal de sua atuação no futuro como profissional, sendo que cada uma, de forma geral, exige um certa habilidade e competência.

TABELA 7 - COMPONENTES DO NÚCLEO DE CONHECIMENTOS PROFISSIONALIZANTES DA ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Núcleo de Conhecimentos Profissionalizantes	Componentes do núcleo de conhecimentos profissionalizantes
Engenharia de Produto	Planejamento do Produto; Projeto do Produto.
Projeto de Fábrica	Análise de Localização; Instalações Industriais; Arranjo Físico; Movimentação de Materiais.
Processos Produtivos	Processos Discretos de Produção; Processos Contínuos de Produção; Fundamentos de Automação; Planejamento de Processos.
Gerência de Produção	Planejamento e Controle da Produção; Organização/ Planejamento da Manutenção; Logística e Distribuição; Estratégia; Gestão Ambiental.
Qualidade	Gestão da Qualidade; Controle Estatístico da Qualidade; Normalização e Certificação; Metrologia; Inspeção e Ensaios; Confiabilidade.
Pesquisa Operacional	Programação Matemática; Processos Estocásticos; Simulação de Sistemas de Produção; Avaliação e Apoio à Tomada de Decisão.

Engenharia do Trabalho	Organização do Trabalho; Ergonomia; Higiene e Segurança do Trabalho; Engenharia de Métodos e Processos.
Estratégia e Organizações	Planejamento Estratégico; Organização Industrial; Economia Industrial; Gestão Tecnológica; Sistemas de Informação.
Gestão Econômica	Engenharia Econômica; Custos da Produção; Viabilidade Econômico-financeira.

FONTE: Adaptado de Cunha (2004)

LEITURA COMPLEMENTAR

A seguir, iremos acompanhar a leitura de um texto do Professor Marcos Porno, intitulado “Ética e Ética na Engenharia”, que discute sobre toda esta questão conceitualmente falando e também aplicada na engenharia. Boa Leitura!

A Ética

Ética é um conjunto de princípios ou padrões pelos quais se pautam a conduta humana. Algumas vezes a ética é chamada de “moral”, e por extensão, seu estudo frequentemente chamado de Filosofia Moral. Assim, como um ramo da Filosofia, Ética é considerada uma ciência normativa, já que trata de normas da conduta humana, em diferença às ciências formais (como Matemática e Lógica) e às ciências empíricas, como a Química e a Física.

Como trata-se de um padrão de comportamento e conduta, a ética ou moral tem características próprias em cada civilização (a exemplo da Oriental e Ocidental) e em cada cultura. Por todo o tempo em que a humanidade tem vivido em grupos, a regulamentação moral tem sido necessária para o bem-estar desses grupos. Apesar de que a moral foi formalizada e transformada em padrões arbitrários de conduta, ela desenvolveu-se, algumas vezes irracionalmente, depois de que tabus religiosos foram violados, ou através de comportamentos fortuitos que se tornaram hábito e então regra, ou de leis impostas por chefes a fim de prevenir desarmonia em suas tribos. Mesmo as grandes civilizações Egípcias e Sumérias não geraram uma ética sistematizada; máximas e preceitos criados por líderes seculares misturaram-se com uma religião rígida que afetou o comportamento de cada egípcio. Na China, as máximas de Confúcio foram aceitas como código moral.

A Igreja tem grande participação no desenvolvimento dos padrões éticos e morais, principalmente da civilização ocidental. A Igreja pauta esses padrões nos escritos bíblicos, que por sua vez teriam origem divina. Na realidade, todos esses organismos são criações do próprio ser humano, o que torna a ética uma ciência gerada, assim como os demais seres vivos, com base na tentativa e acerto, e, por conseguinte viva e em mutação.

Como é o padrão regulatório da Ética necessário para o bem-estar de uma população, esse aplica-se a todas as esferas de atuação desta população, seja na educação de crianças, seja na confecção das leis, seja no comportamento do mercado de Bolsa de Valores, seja em todas as profissões. Pode-se considerar que esse padrão de comportamento é o que leva ao menor consumo de energia, ou a menor criação de dificuldades, ou à criação de danos à própria sociedade e ambiente. É quando se estabelece que determinada ação ou atitude, se não causa benefício à sociedade, também não lhe causa prejuízo.

Agir em contradição a essas normas invariavelmente resulta em conflito e talvez dano a alguma parte. Porém não é a Ética absoluta e imutável, tampouco perfeita, e suas mudanças se fazem normalmente através da quebra do padrão anterior. É a Ciência, aliás, com suas grandes descobertas, uma grande responsável pelas mutações dos padrões éticos, às vezes com resultados infelizes para seus autores. As descobertas de Isaac Newton servem como um exemplo deste efeito. As Leis de Newton foram recebidas de modo geral como uma evidência de que havia uma ordem divina que era racional. O pensamento contemporâneo nesta linha foi expresso sucintamente pelo poeta inglês Alexander Pope, na seguinte frase: “Deus disse, que se faça Newton! E se fez a Luz.” As descobertas de Newton levaram os filósofos a ganhar confiança num sistema ético que era tão racional e ordenado como a Natureza era considerada.

Ética na Engenharia

Vejam aqui em que pautam os engenheiros seu comportamento na profissão. De fato, pelo menos no mundo ocidental, o código de Ética na Engenharia é bastante semelhante de país para país. Isso não é surpresa, uma vez tendo como coração de seu trabalho o uso das Ciências Naturais, imutáveis em qualquer parte do Universo, e desta maneira tendo resultados semelhantes.

Abaixo ilustramos o que diz da ética profissional o *Engineer’s Council for Professional Development* (ECPD) dos Estados Unidos, ou Conselho de Engenheiros para o Desenvolvimento Profissional.

Princípios Fundamentais do Código de Ética dos Engenheiros:

- Engenheiros mantêm e melhoram a integridade, honra e dignidade da profissão:
 - Usando seu conhecimento e habilidade para o avanço do bem-estar da humanidade.
 - Sendo honesto e imparcial, e servindo fielmente o público, seus empregadores e clientes.
 - Esforçando-se para aumentar a competência e prestígio da profissão de engenheiro.
 - Suportando as sociedades profissionais e técnicas de duas disciplinas.

Cânones Fundamentais do Código de Ética dos Engenheiros:

- Engenheiros zelarão pela segurança, saúde e bem-estar do público durante a execução de suas tarefas profissionais.
- Engenheiros farão serviços apenas nas áreas de sua competência.
- Engenheiros farão declarações públicas somente de maneira objetiva e confiável.
- Engenheiros agirão em assuntos profissionais para cada cliente como agentes fiéis e confiáveis, e evitarão conflitos de interesse.

- Engenheiros construirão sua reputação profissional com o mérito de seus serviços e não competirão de forma injusta com outros.
- Engenheiros agirão de tal maneira a manter e desenvolver a honra, integridade e dignidade da profissão.
- Engenheiros continuarão seu desenvolvimento profissional durante sua carreira e disponibilizarão oportunidades para o desenvolvimento profissional dos engenheiros sob sua supervisão.

Vislumbremos agora o Código de Ética do *Institute of Electrical and Electronics Engineers* (IEEE) - EUA, ou Instituto de Engenharia Elétrica e Eletrônica, principal órgão responsável pela definição de inúmeros padrões na Engenharia Elétrica e Eletrônica usados em todo o mundo.

“Nós, membros do IEEE, em reconhecimento da importância do efeito de nossas tecnologias na qualidade de vida por todo o mundo, e em aceitando uma obrigação pessoal para nossa profissão, seus membros e as comunidades as quais servimos, submetemo-nos à conduta mais ética e profissional e concordamos:

Em aceitar a responsabilidade de fazer as decisões na Engenharia consistentes com a segurança, saúde e bem-estar do público, e rejeitar de imediato e tornar conhecidos fatores que possam colocar o meio ambiente e o público em risco.

Em evitar conflitos reais ou prováveis de interesse sempre que possível, e fazê-los de conhecimento das partes envolvidas quando existirem.

Em ser honestos e realistas quando relatando pedidos ou estimativas baseadas em dados existentes.

Em rejeitar suborno sob todas as suas formas.

Em promover o entendimento da tecnologia, suas aplicações apropriadas e consequências potenciais.

Em manter e desenvolver nossa competência técnica e assumir tarefas tecnológicas para outros somente se qualificados por treinamento ou experiência, ou após tornar claras as limitações pertinentes.

Em buscar, aceitar e oferecer críticas honestas de trabalhos técnicos, em reconhecer e corrigir erros, e em dar crédito apropriado a colaboradores e outros.

Em tratar com justiça todas as pessoas, independentemente de sua raça, credo, religião, condição física, idade ou nacionalidade.

Em evitar danos a outros, sua propriedade, reputação ou emprego através de ação maliciosa ou falsa.

Em assistir colegas em seu desenvolvimento profissional e suportá-los no cumprimento deste código de ética.

Pode-se observar, no Código de Ética Profissional do Engenheiro, do Arquiteto e do Engenheiro Agrônomo, segundo Resolução n. 205, de 30 de setembro de 1971 do Conselho Federal Brasileiro de Engenharia <<http://www.arquitetofna.org.br/apoietic.htm>>, Arquitetura e Agronomia, basicamente os mesmos conceitos, com a adição deste interessante item:

“Não solicitar nem submeter propostas contendo condições que constituam competição de preços por serviços profissionais.”

Advém da leitura deste item que o engenheiro e arquiteto agem tão somente como instrumentos da aplicação das Ciências Naturais, ou seja, agindo profissionalmente como executor para o bem-estar, sem se querer vislumbrar ganho monetário, que exige a competição por espaço exemplificada no texto do item. Isto é belo do ponto de vista poético, mas ineficaz e irreal fora do papel escrito. Sendo o engenheiro e arquiteto profissionais que têm rendimento monetário através do exercício da sua profissão, e não sendo eles os únicos a assim o fazerem, por que negar-lhes o direito de usar dos mecanismos de competição e preço para lhes garantir esse rendimento, sempre de apoio nos pilares da ética?

Este pitoresco item do Código de Ética do Engenheiro e Arquiteto leva a crer que a competição através de preços não é ética, apesar de sê-lo em todo o resto da esfera do capitalismo. Ou seja, o engenheiro pode optar por adquirir seus materiais necessários ao trabalho em fornecedor que os tenha a preços menores, mas não tem o direito de poder executar seu trabalho de maneira melhor e mais barata, se antes dele algum outro engenheiro já apresentou proposta com técnicas mais custosas.

“A mente é uma grande coisa, desde que você não tenha que usá-la.” (Tim MacCarver)

“Se sua cabeça é de cera, não passeie ao Sol.” (Benjamin Franklin)

FONTE: Disponível em: <<https://www.eecis.udel.edu/~portnoi/academic/academic-files/ethicsineng.html>>. Acesso em: nov. 2015.

RESUMO DO TÓPICO 3

Neste tópico vimos que:

- O mercado de trabalho para o engenheiro no Brasil é amplo, no entanto, exige que saibamos as exigências das empresas em relação a certas características e formações desejadas para que possamos nos inserir nele da forma como desejamos.
- O que as empresas analisam na busca por profissionais de engenharia e quais são os fatores que fazem com que elas rejeitem candidatos a uma vaga, sendo de grande importância nos atentarmos a estes detalhes para que possamos nos preparar para o momento de nos inserirmos no mercado de trabalho.
- Há diferenças entre as profissões de engenharia, tecnólogo e a do técnico, sendo que há espaço para trabalho para todos eles, sendo que muitas vezes trabalham de forma sinérgica em projetos de profissionais.
- Por último, vimos um pouco sobre engenheiro do futuro, quais são as características importantes para que ele seja um profissional técnico, ético e atualizado no mercado de trabalho.

AUTOATIVIDADE



1 Considerando a política de contratação citada no texto do Tópico 3, selecione três delas e detalhe quais seriam os principais fatores a serem analisados pela empresa.



2 Selecione uma área da engenharia de produção em que deseja trabalhar no mercado de trabalho e liste quais são os principais componentes do núcleo de conhecimentos profissionalizantes que você julga que serão fundamentais para sua inserção nesta área. Além disso, cite, considerando cada um deles, quais cursos complementares extracurriculares te auxiliaria para um melhor aprimoramento profissional.



O PROFISSIONAL ENGENHEIRO

OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM

Após concluir o estudo desta unidade, você será capaz de:

- compreender a atuação das principais entidades de classe na Engenharia;
- identificar as grandes áreas de estudo específicas da Engenharia de Produção;
- reconhecer as competências e atribuições do Engenheiro de Produção;
- compreender a base formada pelos quatro ramos principais da Engenharia para caracterização do exercício profissional;
- examinar os instrumentos de regulamentação da atividade profissional do engenheiro;
- compreender a importância do registro da Anotação de Responsabilidade Técnica no sistema CREAnet.

PLANO DE ESTUDOS

Esta unidade está dividida em três tópicos que apresentam as características gerais e particularidades do exercício profissional do engenheiro.

TÓPICO 1 – ASSOCIAÇÕES E CONSELHO DE ENGENHARIA

TÓPICO 2 – ATRIBUIÇÕES PROFISSIONAIS

TÓPICO 3 – ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA EM ENGENHARIA (ART)



ASSOCIAÇÕES E CONSELHO DE ENGENHARIA

1 INTRODUÇÃO

Este tópico da unidade de estudos tem como principal objetivo proporcionar uma descrição clara e objetiva das associações e conselhos que regulamentam, orientam e representam o profissional engenheiro em todos os aspectos durante a execução de suas atividades.

Ao final do estudo deste tópico, você terá o nivelamento conceitual necessário para complementar a discussão que será apresentada nos tópicos seguintes da unidade. Para compreender o panorama atual de qualquer área de estudo é sempre importante remeter e concentrar uma parte do tempo aos estudos da evolução histórica desta área. Faremos esta análise em alguns subtópicos desta unidade, quando julgarmos necessária.

Neste tópico, iniciaremos com uma apresentação das associações e conselhos de classe que representam os profissionais engenheiros nas esferas municipais, estaduais e federal. Você conhecerá, também, o sistema CONFEA/CREA, entidade que regulamenta o exercício profissional de todos os engenheiros no Brasil. Apresentaremos a Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO), entidade de classe específica para os egressos do curso de Engenharia de Produção e habilitações oriundas da Engenharia de Produção.

Com o objetivo de incentivar o desenvolvimento científico e de pesquisa acadêmica em conjunto com a formação profissional formal do curso, apresentaremos alguns eventos de relevância na área de engenharia para divulgação de pesquisas e trabalhos acadêmicos.

Finalmente, a leitura complementar e as autoatividades completam as etapas de aprendizagem deste tópico da unidade de estudo.

2 ENTIDADES DE CLASSE

As entidades de classe e organizações profissionais que representam os profissionais engenheiros formam a base do Sistema CONFEA/CREA. A necessidade de implementação das entidades nacionais do CONFEA surgiu com objetivo de apoiar a sua estruturação institucional com a implementação de um processo sustentável para sua atuação institucional, em comprometimento com seus associados, para o efetivo desempenho de suas atividades e o fortalecimento

de todo o Sistema CONFEA/CREA. Seu foco é elaborar um plano com um conjunto de ações que possam ser executadas pelas entidades nacionais com vista ao seu fortalecimento.

O Colégio de Entidades Nacionais (CDEN) foi criado por iniciativa do Conselho Federal de Engenharia e Agronomia (CONFEA), por meio da Decisão do CONFEA nº CR006/83, revogada pela Decisão CR-093/83, que aprovou o processo de discussão para a reformulação da legislação profissional, constituindo a então denominada Comissão Diretora das Entidades Nacionais. Em 1994 foi aprovada a Resolução 386, regulamentando o CDEN nos moldes hoje existentes, e seu regimento foi instituído pela Decisão nº PL-0861/94, de 16 de dezembro de 1994. Em 24 de agosto de 2005 sua estrutura foi modificada pela Resolução 1.011 do CONFEA (posteriormente, pela Resolução nº 1.062, de 29/12/2014). A primeira reunião foi realizada em 28 de maio de 1983. O CDEN reúne 28 Entidades Nacionais e atua como fórum consultivo do CONFEA para assuntos de interesse da Engenharia.

As entidades que compõem o CDEN são classificadas como:

- 1) Entidades nacionais federadas, constituídas por entidades associativas de profissionais de âmbito estadual (pessoas jurídicas).
- 2) Entidades nacionais associativas, constituídas por profissionais do Sistema CONFEA/CREA (pessoas físicas).
- 3) Entidades nacionais de ensino, que congregam instituições de ensino das áreas de formação profissional abrangidas pelo Sistema CONFEA/CREA.
- 4) Entidades nacionais sindicais, de natureza federada ou associativa e constituídas por entidades sindicais e profissionais.

Durante o Processo Constituinte do Sistema de 1991/1992, o CDEN teve papel fundamental na proposta de reorganização do Sistema e revisão de sua legislação, culminando, em 1994, na Resolução 386, que criou o Colégio de Entidades Nacionais, regulamentando-o como fórum consultivo do CONFEA. O CDEN atua desde 2007 no processo participativo de formulação estratégica do Sistema CONFEA/CREA e MÚTUA, responde pela elaboração de resoluções específicas de interesse geral das profissões e propõe políticas de formação e atualização de conhecimentos para os profissionais do Sistema.

O CDEN tem por finalidade promover a valorização profissional, elaborar/atualizar o código de ética e elaborar a tabela de honorários dos profissionais. Quando solicitado pelo CONFEA, analisa e propõe estratégias corporativas.

FONTE: Disponível em: <http://www.confea.org.br/media/catalogo_entidades_nacionais.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2015.

2.1 SISTEMA CONFEA/CREA

O CONFEA surgiu oficialmente em 11 de dezembro de 1933, por meio do Decreto nº 23.569, promulgado pelo então presidente da República, Getúlio Vargas, e considerado marco na história da regulamentação profissional e técnica no Brasil. Em sua concepção atual, o Conselho Federal de Engenharia e Agronomia é regido pela Lei 5.194 de 1966, e representa também os geógrafos, geólogos, meteorologistas, tecnólogos dessas modalidades, técnicos industriais e agrícolas e suas especializações. O CONFEA zela pelos interesses sociais e humanos de toda a sociedade e, com base nisso, regulamenta e fiscaliza o exercício profissional dos que atuam nas áreas que representa, tendo ainda como referência o respeito ao cidadão e à natureza.

O Sistema CONFEA/CREA tem registrados cerca de um milhão de profissionais que respondem por cerca de 70% do PIB brasileiro e movimentam um mercado de trabalho cada vez mais concorrido e exigente nas especializações e conhecimentos da tecnologia, alimentada intensamente pelas descobertas técnicas e científicas do homem. O Conselho Federal é a instância máxima à qual um profissional pode recorrer no que se refere ao regulamento do exercício profissional.

FONTE: Disponível em: <<http://www.confea.org.br/cgi>>. Acesso em: 28 nov. 2015.

Segundo o Manual de Procedimentos para Verificação do Exercício Profissional (2014), o Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de cada Estado do Brasil (CREA) é uma autarquia federal de fiscalização do exercício das profissões de Engenheiros, Agrônomos, Geólogos, Geógrafos, Meteorologistas, Tecnólogos e Técnicos de Segundo Grau das modalidades mencionadas, dotada de personalidade jurídica de direito público, geralmente com uma sede na capital estadual e escritórios espalhados pelas outras cidades do estado. Este órgão possui jurisdição em todo o Estado defendendo a sociedade no que diz respeito à qualidade, ética e, principalmente, coibindo a prática do exercício ilegal dessas profissões. O CREA exerce o papel institucional de primeira e segunda instância, orienta e fiscaliza o exercício profissional, verificando e valorizando o exercício legal e ético das profissões do Sistema CONFEA/CREA.

2.2 ABENGE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA

A Associação Brasileira de Educação em Engenharia (ABENGE) é uma sociedade civil, sem fins lucrativos, de caráter educacional e cultural. Tem como missão congrega todas as Instituições de Ensino de Engenharia do Brasil, permitindo em seu quadro social, sócios institucionais (empresas e universidades), individuais (docentes), coletivos e correspondentes e interagindo com acadêmicos de graduação e pós-graduação.

Seus objetivos incluem a promoção da contínua troca de informações sobre as atividades que possam resultar em melhoramento geral do ensino, da pesquisa e da extensão. Também objetiva promover entre seus associados mobilidade acadêmica, o aperfeiçoamento e a atualização para capacitação do exercício profissional.

A ABENGE foi fundada em 12/09/1973, na reunião de representantes das Instituições de Ensino de Engenharia do Brasil. Desde a sua Fundação, a ABENGE vem trabalhando junto aos Órgãos Governamentais e promovendo o COBENGE (Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia), em busca da melhoria da educação em Engenharia no Brasil para que se insiram na sociedade engenheiros cada vez mais preparados para enfrentar os desafios e mudanças constantes.

O COBENGE é o mais importante fórum de reflexão sobre o ensino de Engenharia no Brasil e tem sido realizado sem interrupções desde a fundação da ABENGE, em 1973.

A ABENGE tem os seguintes parceiros: ASIBEI (Associação Ibero-Americana de Ensino de Engenharia); Ministério da Educação e suas secretarias MEC/SESu; Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), Confederação Nacional da Indústria (CNI), Conselhos de Classe e Associações (CONFEA; MÚTUA; CREA e Associações de Classe).

A ABENGE mantém relação com suas respectivas filiadas nos assuntos relativos à Educação em Engenharia no Brasil. Por meio do convênio CONFEA/MEC-Sesu, tem uma equipe de especialistas responsável em analisar e emitir parecer no credenciamento de cursos de Engenharia.

3 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ABEPRO)

A Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO) é a instituição representativa de docentes, discentes e profissionais de Engenharia de Produção. A associação atua há mais de 20 anos e assume algumas funções, tais como, esclarecer o papel do Engenheiro de Produção na sociedade e em seu mercado de atuação e ser interlocutor junto às instituições governamentais relacionadas à organização e avaliação de cursos (MEC e INEP) e de fomento (CAPES, CNPq, FINEP e órgãos de apoio às pesquisas estaduais), assim como em organizações privadas, junto ao CREA, CONFEA, SBPC, ABENGE e outras organizações não governamentais que tratam a pesquisa, o ensino e a extensão da engenharia.

A Associação Brasileira de Engenharia de Produção emite consultas sobre a regulamentação da Engenharia de Produção no Conselho Nacional de Educação (CNE) e junto ao Sistema CONFEA/CREA.

3.1 OBJETIVOS

O Estatuto da ABEPRO, em seu artigo 2º, define:

O objetivo da ABEPRO é congrega os docentes, pesquisadores, estudantes, profissionais, instituições de ensino e em geral (órgãos públicos, entidades privadas e do terceiro setor) com atuação em Engenharia de Produção, mediante incentivo à pesquisa e realização de estudos; promoção de eventos e encontros para trocas de informações sobre as atividades e problemas de interesse comum, sobre as ideias ou planos que possam resultar em melhoramento geral do ensino, da pesquisa e da extensão em Engenharia de Produção; apoio na obtenção de fundos e financiamento para o ensino, a pesquisa científica e tecnológica e a extensão em Engenharia de Produção, para o melhoramento de laboratórios, bibliotecas, métodos de ensino e outros; promoção de medidas que objetivem a especialização e aperfeiçoamento do pessoal docente, e de profissionais; melhoria das condições do estudante de engenharia de produção, nos níveis de graduação e de pós-graduação, visando a sua plena formação profissional de forma crítica e reflexiva; promover intercâmbios com as indústrias e empresas por meio de estágios para estudantes, de realização de pesquisas e serviços tecnológicos de interesse para a indústria e para a sociedade, e de outras atividades; incentivo do intercâmbio com as entidades governamentais e não governamentais e com os profissionais de Engenharia de Produção no intuito da manutenção da atualidade dos conhecimentos trabalhados nas instituições de ensino; colaborar com outras entidades interessadas nos programas de ensino de graduação e de pós-graduação em engenharia, e nos de pesquisa e de extensão, visando, inclusive, a possibilidade de filiar-se a entidades nacionais e internacionais que tenham o mesmo objetivo; celebração de convênios, acordos, contratos ou ajustes com entidades públicas ou privadas, nacionais ou internacionais para a consecução dos objetivos da entidade; realização de publicações; assessoria a órgãos governamentais e privados; contatos e parcerias com entidades do setor produtivo e da sociedade; análise e apreciação de matérias que se relacionem, direta ou indiretamente, com a pesquisa e o exercício profissional; organização de critérios e realização de avaliações e certificações sinalizadoras da qualidade; atuação junto aos órgãos oficiais vinculados ao ensino, pesquisa e extensão; atuação junto aos órgãos oficiais de regulamentação e fiscalização profissional; concessão de bolsas de ensino e pesquisa para dar suporte às atividades previstas neste artigo; assessoria aos órgãos do governo e entidades normalizadoras na elaboração de programas, projetos e normas que visem a ordenação, desenvolvimento, difusão e aplicação da Engenharia de Produção.

FONTE: Disponível em: <<http://www.abepro.org.br>>. Acesso em: 28 nov. 2015.



Você já leu o Projeto Pedagógico do Curso (PPC) de Engenharia de Produção da Uniasselvi? Ele está disponível para você, acadêmico! Este documento é elaborado com base nas diretrizes da ABEPRO para os cursos de graduação em Engenharia de Produção em todo o Brasil. Leia-o.

4 EVENTOS E PUBLICAÇÕES NA ÁREA DE ENGENHARIA

De forma prática, os eventos e publicações relevantes na área de Engenharia de Produção seguem o eixo principal das diretrizes curriculares de referência de conteúdos da grande área para a Engenharia de Produção.

Geralmente, as publicações em congressos, periódicos, bases de dados ou outros eventos de cunho científico são através de artigos completos, resumos de artigos, pôsteres, apresentações orais ou livros.



Existem vários formatos para a publicação de artigos científicos, dependendo da área de concentração, tipo de desenvolvimento da linha de pesquisa e tipo de comunicação.

Geralmente, artigos científicos contemplam uma estrutura básica de resumo, introdução, materiais e métodos, desenvolvimento, conclusões e referências. Alguns artigos científicos fazem uma pesquisa mais aprofundada sobre o estado da arte de uma determinada linha de pesquisa, que nada mais é do que um grande compêndio sobre as publicações relevantes dos últimos anos. Estes artigos são chamados de *reviews articles* (artigos de revisão).

Outro formato de artigo comum é o chamado *short communication*. Do ponto de vista científico, estes artigos são publicados quando o pesquisador está desenvolvendo um trabalho que é inédito ou quando há a descoberta de um tópico aplicado nunca antes explorado na literatura. Desta forma, o pesquisador garante ser o primeiro cientista a publicar este tópico, o que lhe garante ineditismo e futuras referências. Estes artigos não são tão completos, apenas apresentam resultados preliminares sobre a nova descoberta.

Com base nas diretrizes de referência de conteúdos dos cursos de Engenharia de Produção, as publicações científicas podem estar contempladas nas seguintes linhas de pesquisa:

1. Engenharia de Operações e Processos da Produção

Sistemas de produção e processos produtivos; PPCP; Gestão da manutenção e confiabilidade; Gestão de projetos; Engenharia de métodos e processos.

- 1.1. Gestão de Sistemas de Produção e Operações
- 1.2. Planejamento, Programação e Controle da Produção
- 1.3. Gestão da Manutenção
- 1.4. Projeto de Fábrica e de Instalações Industriais
- 1.5. Processos Produtivos Discretos e Contínuos
- 1.6. Engenharia de Métodos

2. Logística

Logística e Gestão da Cadeia de Suprimentos.

- 2.1. Gestão da Cadeia de Suprimentos
- 2.2. Gestão de Estoques
- 2.3. Projeto e Análise de Sistemas Logísticos
- 2.4. Logística Empresarial
- 2.5. Transporte e Distribuição Física
- 2.6. Logística Reversa

3. Pesquisa Operacional

Pesquisa Operacional; Modelagem e simulação da produção; Sistemas Integrados de Gestão; Logística e SCM; PPCP.

- 3.1. Modelagem, Simulação e Otimização
- 3.2. Programação Matemática
- 3.3. Processos Decisórios
- 3.4. Processos Estocásticos
- 3.5. Teoria dos Jogos
- 3.6. Análise de Demanda
- 3.7. Inteligência Computacional

4. Engenharia da Qualidade

Gestão da qualidade; Engenharia da Qualidade; Gestão da manutenção e confiabilidade.

- 4.1. Gestão de Sistemas da Qualidade
- 4.2. Planejamento e Controle da Qualidade
- 4.3. Normalização, Auditoria e Certificação para a Qualidade
- 4.4. Organização Metrológica da Qualidade
- 4.5. Confiabilidade de Processos e Produtos

5. Engenharia do Produto

Planejamento e desenvolvimento do produto.

- 5.1. Gestão do Desenvolvimento de Produto

5.2. Processo de Desenvolvimento do Produto

5.3. Planejamento e Projeto do Produto

6. Engenharia Organizacional

Gestão estratégica e desempenho organizacional; Sistemas integrados de gestão; Arranjos produtivos organizacionais; Gestão do conhecimento organizacional; gestão de projetos e gestão e avaliação da produtividade.

6.1. Gestão Estratégica e Organizacional

6.2. Gestão de Projetos

6.3. Gestão do Desempenho Organizacional

6.4. Gestão da Informação

6.5. Redes de Empresas

6.6. Gestão da Inovação

6.7. Gestão da Tecnologia

6.8. Gestão do Conhecimento

7. Engenharia Econômica

Engenharia econômica; Estrutura e análise dos custos da Produção; Análise de riscos e gestão de investimentos.

7.1. Gestão Econômica

7.2. Gestão de Custos

7.3. Gestão de Investimentos

7.4. Gestão de Riscos

8. Engenharia do Trabalho

Ergonomia organizacional e Sistemas de gestão de saúde e segurança no trabalho.

8.1. Projeto e Organização do Trabalho

8.2. Ergonomia

8.3. Sistemas de Gestão de Higiene e Segurança do Trabalho

8.4. Gestão de Riscos de Acidentes do Trabalho

9. Engenharia da Sustentabilidade

Gestão da sustentabilidade organizacional.

9.1. Gestão Ambiental

9.2. Sistemas de Gestão Ambiental e Certificação

9.3. Gestão de Recursos Naturais e Energéticos

9.4. Gestão de Efluentes e Resíduos Industriais

9.5. Produção mais Limpa e Ecoeficiência

9.6. Responsabilidade Social

9.8. Desenvolvimento Sustentável

10. Educação em Engenharia de Produção

Introdução à EP; Tópicos Especiais em EP; Atividades complementares.

10.1. Estudo da Formação do Engenheiro de Produção

10.2. Estudo do Desenvolvimento e Aplicação da Pesquisa e da Extensão em Engenharia de Produção

- 10.3. Estudo da Ética e da Prática Profissional em Engenharia de Produção
- 10.4. Práticas Pedagógicas e Avaliação do Processo de Ensino-Aprendizagem em Engenharia de Produção
- 10.5. Gestão e Avaliação de Sistemas Educacionais de Cursos de Engenharia de Produção

Entre os principais eventos científicos da área, podemos destacar os congressos e periódicos a seguir:

Principais congressos nacionais:

EnANPAD - Encontro da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração

Organização: ANPAD

Primeira edição: 1977

Período de realização: setembro

Classificação Qualis/CAPES: A1

Comentário: O EnANPAD é hoje o maior evento da comunidade científica e acadêmica de administração no país. É um grande incentivador da produção científica na área, sendo que, nos últimos três anos, em cada evento cerca de 800 trabalhos foram apresentados em suas diversas divisões. A área de operações está representada pela divisão GOL - Gestão de Operações e Logística.

SIMPOI - Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais

Organização: FGV-EAESP

Primeira edição: 1998

Período de realização: agosto

Classificação Qualis/CAPES: A1

Comentário: É o único evento da área de Operações classificado pela CAPES como A Nacional para Administração de Empresas. Tem seu foco na produção científica dos pesquisadores brasileiros, apesar de também aceitar relatos de experiências empresariais. Desde sua criação, o SIMPOI já realizou dois eventos internacionais em parceria com a *Production and Operation Management Society* (POMS).

ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção

Organização: ABEPRO (Associação Brasileira de Engenharia de Produção)

Primeira edição: 1981

Período de realização: outubro

Classificação Qualis/CAPES: B1

Comentário: É um dos principais divulgadores da produção técnica e científica da área de Engenharia de Produção e se consolidou como fórum de discussão de questões pertinentes à Engenharia de Produção no âmbito nacional, além de promover a integração/intercâmbio do conhecimento acadêmico com o setor produtivo.

Principais congressos internacionais:***Annual Meeting of the Academy of Management*****Organização:** *Academy of Management***Primeira edição:** 1936**Período de realização:** agosto**Classificação Qualis/CAPES:** A1

Comentário: A reunião da *Academy of Management* é o maior encontro anual de pesquisadores de Administração em todo o mundo. Mais de 6000 pessoas participam do encontro a cada ano, compartilhando pesquisas e experiências nas mais diversas disciplinas da Administração. A divisão *Operations Management* concentra os trabalhos relacionados à área de operações.

EurOMA - International Annual European Operations Management Association**Organização:** *European Operations Management Association***Primeira edição:** 1994**Período de realização:** junho**Classificação Qualis/CAPES:** A1

Comentário: É o principal evento europeu dedicado à gestão de operações, com foco no compartilhamento e disseminação da produção acadêmica na área.

POMS - Annual Production and Operations Management Society Conference**Organização:** *Production and Operations Management Society***Primeira edição:** 1992**Período de realização:** maio**Classificação Qualis/CAPES:** B1

Comentário: Apesar de realizado nos Estados Unidos e organizado por uma sociedade americana, reúne pesquisadores de praticamente todo o mundo.

Principais periódicos nacionais:**Revista Produção**

A revista *Produção* foi criada em 1990 pela Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO), com o objetivo de fomentar a geração e a disseminação de conhecimento em Engenharia de Produção. Desde 2002 está sob responsabilidade do Departamento de Engenharia de Produção da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (PRO/EPUSP) e conta com o apoio da Fundação Carlos Alberto Vanzolini (FCAV). Divulga trabalhos acadêmicos na área da Engenharia de Produção.

Periodicidade: quadrimestral**ISSN:** 1980-5411, 0103-6513 e 1676-1901**Conceito Qualis/CAPES:** A2

Gestão & Produção

Gestão & Produção é uma publicação da Revista do Departamento de Engenharia de Produção da UFSCAR, editada desde 1994 e dirigida a um público formado principalmente por: professores, pesquisadores e estudantes que atuam na área de Engenharia de Produção e profissionais de empresas e institutos que fazem uso dos conhecimentos e técnicas da Engenharia de Produção.

Periodicidade: quadrimestral

ISSN: 0104-530x

Conceito Qualis/CAPES: A2

Journal of Operations and Supply Chain Management

É um periódico acadêmico voltado ao estudo teórico e prático de Gestão de Operações e de Cadeia de Suprimentos. Seu corpo editorial é composto eminentemente por pesquisadores brasileiros vinculados às mais tradicionais instituições de ensino do país. Um dos objetivos primordiais do periódico é a comunicação de novas ideias relativas à Gestão de Operações e de Produção para estabelecer um melhor fluxo de conhecimento entre países emergentes e desenvolvidos, através da publicação de estudos (na língua inglesa) relacionados à América Latina, mas com o escopo incluindo a interface internacional.

Periodicidade: semestral

ISSN: 1984-3046

Além das revistas específicas citadas acima, outras oportunidades de publicação também podem ser encontradas em periódicos nacionais de perfil generalista, tais como Revista de Administração de Empresas (RAE), Revista de Administração da USP (RAUSP), Revista de Administração do Mackenzie (RAM) e Revista de Administração Contemporânea (RAC), entre outros.

Principais periódicos internacionais:

Production and Operations Management

É uma das mais importantes publicações internacionais na área de Gestão de Operações. Este periódico com foco acadêmico, editado pela *Production and Operations Management Society* (POMS) desde 1992, aborda tópicos em desenho de produtos e processos, operações e gestão de cadeias de suprimento. Está listado na relação de “20 Premier Journals” da Revista *Business Week*.

Periodicidade: trimestral

Fator de impacto: 2.123 (2007)

ISSN: 1059-1478

Journal of Operations Management (JOM)

É uma publicação de foco acadêmico voltada para a área de Gestão de Operações. Sua meta é o desenvolvimento do campo de estudo e desenvolvimento de teoria replicável, tipicamente através de identificação, análise e resolução de problemas reais de Gestão de Operações.

Periodicidade: bimestral

ISSN: 0272-6963

Fator de impacto: 1.851 (2007)

Conceito Qualis/CAPES: A1

International Journal of Operations & Production Management

O IJOPM é um periódico europeu que aborda Gestão de Operações, com foco em assuntos que tenham um conteúdo relevante de gestão (ao invés de assuntos meramente técnicos).

ISSN: 0144-3577

Periodicidade: mensal

Fator de impacto: 0.612 (2007)

Conceito Qualis/CAPES: A1

International Journal of Production Research

O IJPR é um tradicional periódico acadêmico com foco em pesquisa nas áreas de produção e manufatura.

Periodicidade: quinzenal

ISSN: 0020-7543

Fator de impacto: 0.560 (2007)

Conceito Qualis/CAPES: A1

International Journal of Logistics Systems and Management (IJLSM)

O IJLSM aborda o desenvolvimento de recursos logísticos, com ênfase nas implicações que as estratégias e sistemas de logística têm na produtividade organizacional e na competitividade em mercados globais e eletrônicos.

Periodicidade: trimestral

ISSN: 1742-7967

Conceito Qualis/CAPES: B2

Journal of Supply Chain Management

O JSCM é uma publicação do *Institute for Supply Management*, deste modo concentrando-se em assuntos relativos à gestão de cadeia de suprimentos, com uma abordagem acadêmica voltada tanto à construção teórica como a estudos empíricos.

Periodicidade: trimestral

ISSN: 1523-2409

Supply Chain Management: An International Journal

É um jornal de base ampla, mas com foco estratégico, cobrindo aspectos de *marketing*, logística, tecnologia da informação, economia, administração e comportamento organizacional em relação à operação de cadeias de suprimentos em todos os setores.

Periodicidade: bimestral

ISSN: 1359-8546

The International Journal of Logistics Management

Periódico voltado ao estudo de problemas e técnicas em logística e gestão da cadeia de suprimentos.

Periodicidade: quadrimestral

ISSN: 0957-4093

Journal of Business Logistics

Periódico acadêmico voltado aos campos de logística e gestão da cadeia de suprimentos. Está listado na relação de “20 Premier Journals” da revista *Business Week*.

Periodicidade: semestral

ISSN: 0735-3766

Journal of Purchasing & Supply Management

Periódico voltado às áreas de gestão de compras e suprimentos de bens e serviços na indústria, comércio, governo, saúde e transportes.

Periodicidade: trimestral

ISSN: 1478-4092

Além das revistas específicas citadas acima, outras oportunidades de publicação também podem ser encontradas em periódicos internacionais de perfil generalista, tais como *Harvard Business Review* (HBR), *MIT Sloan Management Review* (MIT Sloan) e *California Management Review* (CMR), entre outros.

LEITURA COMPLEMENTAR

A ENGENHARIA DE PRODUÇÃO INDUSTRIAL

Os engenheiros industriais são as “pessoas produtivas” que integram tecnologia com liderança. A integração de tecnologia inclui o fator humano e a busca de soluções efetivas e viáveis aos problemas de produção, para manter altos padrões de qualidade.

Nenhum desafio é grande o suficiente para melhorar a produtividade. A aplicação do conhecimento e das habilidades para fornecer bens e serviços cada vez melhores, para melhorar a qualidade de vida, dentro e fora do trabalho. Tudo isto deve ser feito sem desperdício dos recursos humanos e físicos, enquanto se mantém o equilíbrio ambiental. Para continuar a satisfazer as necessidades e desejos da humanidade, a melhoria de aperfeiçoamento da produtividade deve ser maior que o aumento do custo. A falha na execução desta tarefa pode contribuir à inflação, recessão e oscilações econômicas mundiais.

A Engenharia Industrial compreende as seguintes áreas:

- Engenharia Industrial
- Engenharia de Manufatura
- Engenharia de Produção
- Engenharia de Produção Mecânica
- Engenharia de Produção Elétrica
- Engenharia de Produção Química

Existe a necessidade por engenheiros industriais, que podem fazer uso das rápidas mudanças tecnológicas e manter um alto grau de inovações progressivas. A engenharia industrial tem sido sempre a engenharia de integração. Enquanto o papel tradicional dos engenheiros industriais tem sido integrar pessoas, materiais, equipamento e recursos financeiros no sistema produtivo, atualmente, a ênfase está na integração de computadores, informação e tecnologia para operar e controlar sistemas complexos.

A definição dos engenheiros industriais tem mudado de “profissionais eficientes produtivos” para “trabalhadores do conhecimento”.

Um engenheiro industrial observa o global do que a sociedade melhor executa, a correta combinação dos recursos humanos, naturais, as estruturas feitas pelo homem e os equipamentos, as relações entre o gerenciamento, a gestão e as operações.

Ele se relaciona com pessoas motivadas assim como determina quais ferramentas devem ser usadas, e, como devem ser usadas. O que diferencia a engenharia industrial das outras disciplinas de engenharia é o seu amplo escopo. Esta diversidade faz dos engenheiros industriais uma fonte de talento gerencial.

O alcance da engenharia industrial pela grande variedade de atividades, tais como pesquisa em biotecnologia, desenvolvimento de novos conceitos de processamento de informação, projeto de fábricas automáticas e operação de planos de incentivos salariais.

As técnicas da engenharia industrial têm sido aplicadas nas indústrias de construção e de transportes, no gerenciamento de fazendas e nas colheitas de cereais, nas operações de hotéis e restaurantes, na operação e manutenção de equipamentos e nas maiores atividades do governo, tais como nos correios e nas operações de logística militar. Cada vez mais, os talentos particulares dos engenheiros industriais encontram aplicação no *marketing* e nas operações de venda direta, na administração hospitalar e nos procedimentos cirúrgicos, nos serviços de utilidade pública e nos bancos e em praticamente todos os segmentos da civilização moderna.

A engenharia industrial trata também com o projeto, melhoria, instalação e gerenciamento de sistemas integrados de pessoas, materiais e equipamento para todos os tipos de operações de serviço e fabricação. A Engenharia Industrial se preocupa com as medidas de desempenho e as normas, a pesquisa de novos produtos e aplicações, nas formas de melhorar o uso dos recursos escassos e em muitas outras aventuras de solução de problemas. Os engenheiros industriais fazem uso das suas habilidades e do seu conhecimento especializado em matemática, física e ciências sociais, junta estas a uma forte base na análise e projeto de engenharia, e nas ciências gerenciais, para especificar, predizer e avaliar o desempenho dos sistemas de produção.

Um engenheiro industrial pode ser empregado por praticamente qualquer tipo de indústria, empresa de prestação de serviços, estabelecimentos comerciais e institutos, desde departamento de vendas em empresa manufaturada, entidades governamentais e até gerenciamento de hospitais. Desde que as suas habilidades possam ser utilizadas em qualquer tipo de organização, os engenheiros industriais estão mais amplamente distribuídos ao longo das indústrias que os outros engenheiros. Por exemplo, encontramos engenheiros industriais em companhias de seguros, bancos, hospitais, organizações comerciais, agências governamentais, empresas de consultoria, transportes, construções, serviços de utilidade pública, serviços sociais, eletrônica, recursos humanos, vendas, projeto de fábricas, manufatura, processamento e de logística.

Os engenheiros industriais determinam os métodos mais efetivos do uso dos fatores básicos da produção: pessoas, máquinas e energia. Eles se preocupam mais com as pessoas e com os métodos da organização comercial do que os engenheiros de outras especialidades, que geralmente trabalham mais com os produtos ou processos.

Para resolver os problemas organizacionais, de produção e outros relacionados da forma mais eficiente, os engenheiros industriais projetam sistemas de processamento de dados e aplicam a análise matemática, assim como

pesquisas operacionais. Eles também desenvolvem sistemas de controle para ajudar no planejamento financeiro e na análise dos custos, no planejamento da produção, nos sistemas de controle para coordenar as atividades da qualidade de produção. Além disto, eles projetam ou melhoram os sistemas para a distribuição física dos bens e serviços.

Os engenheiros industriais dirigem pesquisas para escolher os melhores locais para o estabelecimento de uma fábrica, levando em consideração a melhor combinação entre os recursos materiais, transporte e impostos. Eles também desenvolvem sistemas de gerenciamento de resíduos e de salários, assim como sistemas de avaliação da produtividade. Muitos engenheiros de produção ascendem a posições gerenciais, devido ao seu trabalho estar intimamente relacionado com a gestão.

Poucas características são mais importantes, tanto para a indústria quanto para os governos de hoje em dia, quanto à melhoria da produtividade. Dentre as principais atividades dos engenheiros industriais, podemos citar:

- Desenvolver aplicações de novas tecnologias de processamento, automação e controle.
- Implementar o processamento dos dados, gerenciamento da informação e programas de aumento da produção.
- Desenvolver padrões de desempenho, avaliação do trabalho e programas de incentivo e de salários.
- Pesquisar novos produtos e novas aplicações.
- Melhorar a produtividade através da aplicação da tecnologia e do fator humano.
- Selecionar processos de operação e métodos para executar as tarefas com as ferramentas e equipamentos apropriados.
- Projetar as instalações fabris, os sistemas gerenciais e os procedimentos operacionais.
- Melhorar o planejamento e alocação dos recursos mais escassos.
- Melhorar o ambiente da planta e do desempenho da qualidade.
- Desenvolver sistemas de controle gerencial para auxiliar no planejamento financeiro e na análise dos custos.
- Implementar sistemas de escritório, procedimentos e políticas.
- Analisar problemas complexos de gerenciamento usando pesquisa operacional.
- Conduzir estudos organizacionais, a análise de possíveis locais para novas instalações e de estudos de efetividade.
- Estudar os mercados potenciais para bens e serviços, fontes de insumos, fornecimento de mão de obra, fontes de energia, financiamentos e impostos.

As principais especialidades da Engenharia de Produção Industrial são as linhas aéreas, empresas de transporte ferroviário, de alimentos, educacionais e de serviços públicos, comércio exterior, e as associações comerciais e profissionais estão todas empregando um número crescente de engenheiros industriais.

Existem outras oportunidades em organizações de gestão, consultoria, computação, processamento de dados e outras. Outras oportunidades estão na produção, recursos humanos, controle de custos, vendas e outras áreas funcionais.

Os engenheiros industriais determinam as maneiras mais eficientes de utilizar os fatores básicos da produção: pessoas, máquinas, materiais, informação e energia, para elaborar um determinado produto ou executar um serviço.

Eles são a ponte entre os objetivos gerenciais e o desempenho operacional. Estes engenheiros estão mais preocupados com o aumento da produtividade através do gerenciamento de pessoas, métodos de organização do trabalho e tecnologia, do que os engenheiros de outras especialidades. Embora a maioria dos engenheiros atue nas indústrias de manufatura, eles também trabalham em serviços de consultoria, cuidados da saúde e nas comunicações. Para resolver os problemas organizacionais, de produção e outros relacionados, da forma mais eficiente, os engenheiros industriais estudam cuidadosamente o produto e os seus requisitos, usam métodos matemáticos e projetam sistemas de informação e manufatura. Os engenheiros industriais utilizam computadores para efetuar simulações e para controlar várias atividades e dispositivos, tais como linhas de montagem e robôs.

FONTE: Adaptado de SIMONS, G. R. Industrial Engineering: From 'Efficiency Expert' to 'Knowledge Worker', Engineering Horizons. Industrial Engineering: The humanized profession. The American Institute of Industrial Engineers, Norcross.
SMITH, R.J.; BUTLER, B. R.; LEBOLD, W. K. Engineering as Career, McGraw-Hill, New York, NY, 1983. Schools of Engineering - Purdue University.

RESUMO DO TÓPICO 1

Neste tópico, você aprendeu que:

- Existem várias entidades de classe, cada uma pode representar várias habilitações da Engenharia.
- O Conselho Federal de Engenharia e Agronomia (CONFEA) na esfera federal e os Conselhos Regionais de Engenharia e Agronomia (CREA), na esfera estadual, regulamentam e fiscalizam o exercício da atividade profissional de todos os Engenheiros.
- A área acadêmica da Engenharia de Produção é bastante ampla, com inúmeras publicações científicas em eventos e periódicos.
- As publicações relacionadas nas dez principais áreas da Engenharia de Produção, que seguem as diretrizes de referência de conteúdo do curso, formam um grande acervo técnico de estudo.

AUTOATIVIDADE



1 Faça uma pesquisa em todos os endereços eletrônicos de eventos e publicações na área de Engenharia de Produção. Verifique se você encontra tópicos e trabalhos relacionados a assuntos de seu interesse profissional. Uma dica: Utilize palavras-chave para refinar sua busca na internet.



2 Qual é o objetivo da Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO)? Como o trabalho desta associação influencia a profissão e a formação do futuro engenheiro de produção?



3 Quais são as dez grandes áreas de concentração dos estudos na Engenharia de Produção?





ATRIBUIÇÕES PROFISSIONAIS

1 INTRODUÇÃO

A Engenharia e a importância da atuação de um engenheiro não são bem conhecidas pela grande parcela da população, devido à maioria das pessoas não ter uma noção clara ou não conseguir definir bem o que os engenheiros fazem. Este tipo de percepção é intensificado nos últimos anos com o surgimento de diversos cursos ramificados de Engenharia e a entrada destes inúmeros profissionais no mercado de trabalho, oriundos destas novas habilitações.

Segundo o *website Discover Engineering*, que trata de diversos aspectos sobre a popularização do mundo da Engenharia, 60% dos adultos dizem não estar muito bem informados sobre as atividades dos engenheiros.

Neste tópico de estudos, será apresentada uma fundamentação sobre o que é Engenharia e como trabalha um engenheiro em suas principais atribuições. Estas informações podem fortalecer a certeza de sua escolha profissional e dispersar dúvidas restantes quanto a esta escolha de se tornar um engenheiro.

A definição comum trata a engenharia, não necessariamente como uma ciência, mas como um exercício profissional que se aproveita da ciência para gerar as suas aplicações. Em geral, os engenheiros, em seu ambiente tradicional de exercício da profissão não “produzem” a ciência. A palavra ciência se refere a descobrir os mistérios dos fenômenos naturais, e está mais intimamente ligada ao trabalho de físicos, químicos e biólogos. A engenharia pode ser definida como a criação do mundo artificial.



O engenheiro aeroespacial Theodore Von Kármán (apud COCIAN, 2009) escreveu: “Os cientistas descobrem o mundo que já existe; os engenheiros criam o mundo que nunca existiu”.

Apesar disso, não significa que os engenheiros não podem ser também cientistas. Muitos engenheiros continuam a sua formação em cursos de mestrado e doutorado, onde participam ativamente do desenvolvimento de novas teorias científicas e avanço tecnológico, que será aplicado na sociedade por outros profissionais engenheiros ao longo do tempo.

Os engenheiros são, por vezes, identificados como cientistas, devido ao fato do currículo dos cursos disponibilizarem uma carga horária de estudos bastante elevada em disciplinas de matemática, física e química, ou seja, as disciplinas que envolvem as ciências naturais, mas este fato ajuda a causar desentendimentos sobre o exercício das atividades profissionais de um engenheiro. Uma pesquisa realizada nos Estados Unidos demonstrou que somente 18% das pessoas questionadas associavam a engenharia com maior afinidade a efetuar tarefas no programa espacial norte-americano da NASA, contra 68% que davam uma maior afinidade para os cientistas. De fato, quase 67% dos astronautas treinados e quase 80% dos profissionais do centro de pesquisa e controle da NASA possuem graduação em engenharia. Pense em algumas atividades, listadas a seguir, e reflita sobre elas:

- Um projetista de naves espaciais para explorar a Via Láctea.
- Um construtor de sistemas de energia ambientalmente seguro e autossustentável para as cidades.
- Desenvolver materiais avançados para aplicação na construção civil.
- Aperfeiçoar os estudos de diagnóstico e previsibilidade do mercado nas vendas de um determinado produto.

Qualquer um dos itens anteriores necessitará de um profissional de carreira na engenharia.

Você já deve ter percebido, caro acadêmico, que é exigida uma rígida disciplina de estudos e trabalho para a formação sólida de um bom engenheiro. Para ilustrar um bom exemplo de dedicação e perseverança, leia um trecho da biografia de Antônio Ermírio de Moraes, na qual ele relata o tempo de estudante de engenharia nos Estados Unidos (PASTORE, 2013, p. 33):

[...] Antônio partiu para os Estados Unidos aos 16 anos de idade, em meados de 1945. Embarcou com o irmão numa viagem de seis dias, em razão da pouca autonomia dos aviões e de ir e voltar de aeroporto em aeroporto. Fizeram oito escalas até Brownsville, no Texas, de onde tomaram um trem para Denver, Colorado [...]. Antônio estudou na Escola de Minas do Colorado e ficou nos Estados Unidos de agosto de 1945 até maio de 1949. Esta escola fica aos pés das Montanhas Rochosas, na cidade de Golden, que, na época, contava com 3,5 mil habitantes [...]. Apesar de ter estudado na época da Segunda Grande Guerra, as escolas não afrouxaram as exigências de bom desempenho dos acadêmicos. Os cursos eram semestrais e havia também os cursos de verão, sempre frequentados por Antônio, que logo percebeu que teria uma vida espartana nos Estados Unidos. Geralmente, ficava sobre os livros até as duas, três horas da madrugada. No dia seguinte, estava na sala de aula às 7h e 30min. Antônio conta que não sabe exatamente

quantas horas estudou durante a graduação, mas sabe que os fins de semana que deixou de aproveitar somaram uns 14 anos de sua vida. Ele diz não se arrepender, pois aprendeu muito [...].

O relato também é interessante pelas similaridades que encontramos com os problemas enfrentados por professores e alunos no ensino de engenharia (PASTORE, 2013, p. 37):

O que marcou a estada de Antônio nos Estados Unidos foi o enorme empenho em fazer tudo bem feito. No início do curso de Engenharia Metalúrgica, achou a carga de matemática e química bastante pesada. Eram disciplinas de grande exigência no que tange a leituras e, sobretudo, na resolução de problemas e execução de experimentos. Pela análise de seus cadernos, que guarda até hoje, depreende-se que o tempo investido na prática em laboratório equiparava-se ao que era dedicado à leitura de livros [...].

O papel da universidade na formação de qualidade de seus egressos também é fundamental.

No terceiro ano do curso de Engenharia Metalúrgica, a Escola de Minas do Colorado proporcionava visitas técnicas a inúmeras minas no estado. Ao voltar destas visitas, Antônio apresentava *papers* caprichosamente descrevendo os processos observados. No final do curso, houve uma excursão pedagógica para conhecer as melhores minas e indústrias metalúrgicas dos Estados Unidos [...]. Chamou a atenção de Antônio o orgulho com que os professores se referiam à contribuição técnica da Escola de Minas do Colorado para esculpir no monte Rushmore (Dakota do Sul), a cabeça dos quatro presidentes norte-americanos: George Washington, Thomas Jefferson, Theodore Roosevelt e Abraham Lincoln (PASTORE, 2013, p. 38).



Antônio Ermírio de Moraes (1928-2014), foi um engenheiro e um empresário industrial, presidente e membro do conselho de administração do Grupo Votorantim. A CBA (Companhia Brasileira de Alumínio) faz parte deste conglomerado.

2 COMPETÊNCIAS DE ACORDO COM AS MODALIDADES DE ENGENHARIA E CONFEA

Neste subitem, serão apresentados aspectos da formação e das atribuições profissionais de um engenheiro. Na maioria dos casos, além da formação tradicional em um curso de engenharia, independentemente da habilitação escolhida, a área de atuação do engenheiro depende muito do perfil pessoal do indivíduo. Os engenheiros podem desenvolver muitos tipos de atividades, de acordo com o seu perfil pessoal (COCIAN, 2006; HOLTZAPPLE, 2014).

Segundo Bazzo (2006, p. 193), “é incontestável a dependência cada vez maior da sociedade moderna em relação à engenharia. A sociedade moderna e o nosso estilo de vida atual dependem do profissional de engenharia e de sua capacidade de resolução de problemas técnicos, raciocínio analítico de questões”.

A visão sistêmica do engenheiro bem treinado confere a ele uma percepção fina da realidade física, técnica, social e econômica de forma interligada e com sinergia. A interpretação destes sistemas em sinergia abrange um contexto amplo e mais exato.

A formação do engenheiro proporciona visão e raciocínio analítico, qualidade que faz com que este profissional, muitas vezes, alcance sucesso em áreas não tão diretamente ligadas à sua formação, como por exemplo, administração e vendas.

Um engenheiro pode desempenhar inúmeras funções no mercado de trabalho. De uma maneira geral, quanto à sua atuação, podemos dizer que ele pode trabalhar como autônomo, empregado ou empresário. O profissional autônomo é aquele que tem maior independência de decisão sobre sua profissão, estabelecendo seus honorários e condições de trabalho, atuando geralmente em escritório próprio. O empregado atua diretamente para uma empresa, com a qual mantém um contrato de trabalho, prestando serviços técnicos permanentes ou temporários e desenvolvendo serviços específicos. O trabalho com vínculo empregatício representa grande parte dos profissionais atuantes na área. O engenheiro empresário é aquele que é responsável por alguma empresa e que contrata outros profissionais, com vínculo trabalhista, para operá-la. Além do mais, um engenheiro pode desempenhar as suas funções nos mais diversos locais: indústrias, instituições públicas e privadas, escritórios de profissionais liberais e consultorias, empresas de assessoramento, estabelecimentos de ensino, institutos de pesquisa e bancos de investimentos e desenvolvimento (BAZZO, 2006).

Hoje, existe um pouco de confusão sobre as atribuições profissionais de um engenheiro, de um técnico e de um tecnólogo, conforme apontado na unidade de estudos anterior. Porém, devemos reforçar estas definições. Existe uma preocupação sobre a possível confrontação existente entre estagiários e profissionais recém-graduados com técnicos experientes, que se estabelece entre os seus conhecimentos. É natural que os técnicos, que já trabalham há muitos

anos, dominem com segurança vários detalhes dos processos de fabricação, dos sistemas e dos produtos de uma empresa. Esse fato, normalmente, deixa perplexos jovens engenheiros e estagiários, que começam a duvidar dos seus próprios conhecimentos construídos ao longo de vários anos de estudos.

Devemos ter sempre em mente que os conhecimentos processados num curso universitário dizem respeito muito mais à formação teórica do que à prática, ou seja, aquela que prepara para uma atuação direta para um campo profissional específico. Por isso, é natural que um recém-graduado, que ainda não tem experiência suficiente, desconheça detalhes técnicos de sistemas de produção e outros aspectos do cotidiano da engenharia, como nomenclaturas, fornecedores, normas específicas, pois a função da escola não é apenas informativa ou de treinamento; é, primordialmente, formativa. Não há condições suficientes para abranger todo o campo de conhecimento da engenharia em cinco ou seis anos de escola, mesmo que fosse de apenas um dos ramos da profissão. Além do mais, a dinâmica constante da evolução tecnológica inviabilizaria qualquer pretensão nesse sentido (BAZZO, 2006).

Com os embasamentos teóricos e conceituais adquiridos num curso superior, em poucos anos qualquer engenheiro terá plenas condições de dominar grande parte dos conhecimentos técnicos de seu campo de atuação e, além disso, ampliar os seus conhecimentos teóricos.

Por outro lado, é bom não perder de vista a extrema importância do trabalho dos técnicos, de nível médio e superior, para as atividades dentro de uma empresa e para o próprio desenvolvimento de um país. São eles que irão implementar as novas tecnologias, operar as máquinas, executar planos de manutenção, promover ensaios em laboratórios, enfim, que vão, em conjunto com os engenheiros, administradores e operários, fazer funcionar uma empresa. Sem a colaboração de todos eles, ficaria inviabilizado qualquer empreendimento empresarial.

Os técnicos são profissionais formados em cursos de nível médio ou nível superior e surgiram para atender a alta demanda de mão de obra especializada em função das características dos mercados regionais. Em diversas atividades um técnico trabalha sob a supervisão de um engenheiro, já que não pode assumir a responsabilidade técnica de alguns projetos mais complexos, em alguns casos mais por força de leis que por competência profissional (BAZZO, 2006).

Em geral, a formação do engenheiro é considerada no nível de um bacharelado, com duração de 5 a 6 anos de estudos. Para iniciar um curso de Engenharia, você precisará ter obtido bons conceitos no ensino médio, especialmente nas matérias das ciências naturais (física e química) e na matemática, para poder efetuar um curso tão exigente quanto a engenharia. Porém, existe uma visão demasiadamente errônea de que, para cursar engenharia, o indivíduo precisa ser um “supergênio”. Entretanto, persistência, motivação e dedicação são pré-requisitos indispensáveis.



Os cursos de especialização são denominados de *Lato Sensu*. Os cursos de mestrado e doutorado são denominados usualmente de *Stricto Sensu*. A principal diferença é que as especializações focam em aspectos mais gerais de uma determinada área do conhecimento. O mestrado e o doutorado focam na pesquisa rigorosa e desenvolvimento do conhecimento e inovações em uma linha de pesquisa.

Um curso de especialização normalmente possui a duração mínima de 1 a 1,5 anos. Os cursos de mestrado possuem duração média de 2 anos, enquanto que os cursos de doutorado duram de 4 a 5 anos. Os cursos de especialização são indicados para os engenheiros que atuam mais no mercado de trabalho, enquanto os cursos de mestrado ou doutorado são necessários para profissionais engenheiros que desejam ocupar as posições de professor e de pesquisador em uma universidade ou indústria.

2.1 USO DE PROGRAMAS COMPUTACIONAIS NA ENGENHARIA

Os computadores pessoais são uma ferramenta importante no trabalho do engenheiro. Os conhecimentos sobre a utilização de computadores pessoais, de sistemas operacionais e de alguma linguagem de programação, também são importantes (COCIAN, 2006).

É importante ressaltar que na formação acadêmica em engenharia não existem atalhos. Geralmente, o caminho mais tortuoso e difícil é o mais adequado, e é aquele que o deixará mais competente. A competência é uma das características mais visíveis de um engenheiro.

Ainda há muita desinformação e mitos quanto aos aspectos ligados à tecnologia no exercício da profissão de engenheiro. Se por um lado, a tecnologia computacional surge como um facilitador do trabalho do engenheiro, por outro ela também pode conduzir a enganos e trazer uma falsa sensação de segurança que pode ser perigosa.

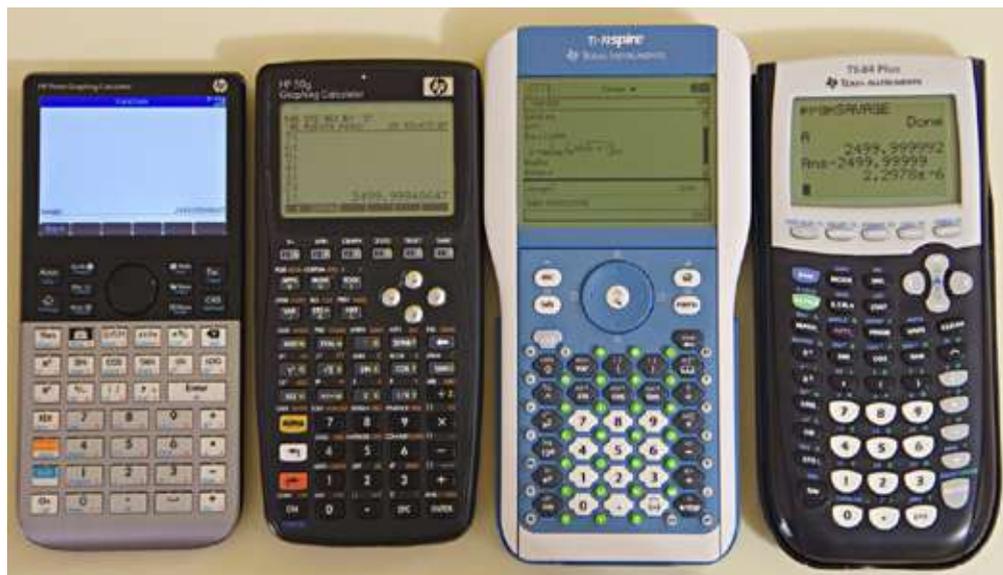
É comum ao acadêmico iniciante do curso de Engenharia se perguntar por que ele deve estudar tanto cálculo diferencial, ou por que aprofundar estudos em disciplinas como fenômenos de transporte, resistência dos materiais ou eletromagnetismo, sendo que os problemas e cálculos dos tópicos destas disciplinas podem ser efetuados facilmente com auxílio de programas computacionais dedicados. Isto acontece sempre quando estamos prestes a realizar um estudo aprofundado sobre os fundamentos de outra ciência da engenharia.

Afinal de contas, estes problemas também podem ser resolvidos por meio de um dos vários programas computacionais sofisticados disponíveis no mercado. Esses programas computacionais não só fornecem os resultados numéricos desejados, mas também os resultados em gráficos coloridos e imagens tridimensionais que causam impressões sensoriais. É impensável praticar engenharia sem utilizar alguns desses programas. Esse enorme poder computacional disponível para nós com o clique de um botão é simultaneamente uma bênção e uma maldição. Ele certamente permite que engenheiros resolvam problemas de maneira fácil e rápida, mas abre também a porta para abusos e desinformação. Nas mãos de profissionais engenheiros mal instruídos, esses programas computacionais são tão perigosos quanto poderosas armas sofisticadas nas mãos de soldados mal treinados (ÇENGEL, 2012).

Pensar que uma pessoa que utiliza os programas computacionais de engenharia sem a devida formação fundamental pode praticar engenharia é como pensar que um indivíduo que sabe utilizar uma chave inglesa possa trabalhar como mecânico de carros. Se fosse verdade que os estudantes de engenharia não precisam de todas as disciplinas que cursam porque praticamente tudo pode ser feito por computadores de forma rápida e fácil, então seria igualmente verdade que os empregadores não precisariam mais de engenheiros com altos salários, uma vez que qualquer pessoa que saiba usar um programa de processamento de texto pode também aprender a utilizar os programas computacionais. No entanto, as estatísticas mostram que a necessidade de engenheiros está em franca expansão e não em declínio, apesar da disponibilidade desses poderosos programas computacionais (ÇENGEL, 2012).

Devemos sempre lembrar que os programas computacionais disponíveis são ferramentas que têm significado apenas nas mãos daqueles que sabem usar. Um excelente programa de edição de textos não transforma ninguém em um bom escritor, mas certamente torna o trabalho de um bom escritor muito mais fácil e mais produtivo. Calculadoras de mão (as famigeradas calculadoras gráficas tão utilizadas nos cursos de engenharia) não eliminam a necessidade de ensinar nossas crianças a somar ou subtrair, e os sofisticados programas computacionais de medicina não tomaram o lugar das escolas de formação médica. Nem programas computacionais de engenharia irão substituir o ensino tradicional de engenharia. Eles simplesmente irão provocar uma mudança de ênfase nos cursos da matemática para a física. Isso significa que mais tempo será dedicado na sala de aula discutindo os aspectos físicos dos problemas em mais detalhes e menos tempo será gasto com os procedimentos de solução (ÇENGEL, 2012).

FIGURA 26 - DIVERSOS MODELOS DE CALCULADORAS GRÁFICAS UTILIZADAS POR ESTUDANTES DE ENGENHARIA



FONTE: Disponível em: <<http://www.fierdragonlord.com/articles/calcbench/>>. Acesso em: 30 nov. 2015.

Todas essas maravilhosas e poderosas ferramentas disponíveis atualmente colocam uma carga extra sobre os engenheiros de hoje. Eles ainda devem ter conhecimento aprofundado dos fundamentos e desenvolver uma percepção dos fenômenos físicos, devem ser capazes de colocar os dados em uma perspectiva adequada e fazer bons julgamentos de engenharia como seus antecessores. No entanto, isto deve ser feito muito melhor e muito mais rápido, por causa das poderosas ferramentas disponíveis. No passado, os engenheiros faziam os cálculos manualmente e utilizavam régua de cálculo e, mais tarde, calculadoras de mão e computadores. Hoje, contam com programas computacionais. Em razão do acesso fácil a essa potência, e pela possibilidade de um simples mal-entendido ou má interpretação causar grandes prejuízos, torna-se importante, mais do que nunca, ter sólida formação nos fundamentos da engenharia. Uma boa didática deve ser desenvolvida para colocar a ênfase no desenvolvimento de uma compreensão intuitiva e física dos fenômenos naturais, e não em detalhes matemáticos sobre procedimentos de solução (ÇENGEL, 2012).

Entretanto, os procedimentos matemáticos de cálculo não devem ser totalmente descartados, pois, eles representam a chamada “caixa-preta” de qualquer algoritmo computacional, que é o cerne destas ferramentas digitais.



Lembre-se: um excelente programa de edição de textos não transforma ninguém em um bom escritor, simplesmente faz um bom escritor se tornar um escritor melhor e mais eficiente. A mesma analogia se aplica aos programas computacionais e ao exercício da profissão na Engenharia.

2.2 AS MODALIDADES FUNDAMENTAIS (CIVIL, ELÉTRICA, MECÂNICA E QUÍMICA)

Os níveis de atuação da engenharia desenvolvem-se constantemente. Geralmente, estão compreendidas entre os vários níveis de aprofundamento da profissão e formas de atuação. Um exemplo é a engenharia de segurança, que não se configura como uma área específica, mas que pode ser alcançada como nível de especialização por qualquer profissional da engenharia (BAZZO, 2006). Ocorre também a eventual existência de sobreposição entre as competências dos profissionais engenheiros de áreas diferentes. Isso acontece porque nem sempre os limites de atribuições de cada especialidade estão claramente definidos. Em alguns casos, acontecem, inclusive, interpretações que tornam dúbios estes limites. Entretanto, normalmente essas sobreposições acontecem pelo dinamismo das profissões, que evoluem no sentido da busca de novos conhecimentos. Exercer com profissionalismo e ética as suas atividades é a forma mais adequada para fazer frente a eventuais conflitos de interesse. O quadro a seguir apresenta algumas características de quatro grandes ramos dentro da engenharia.

QUADRO 7 - CARACTERÍSTICAS DAS MODALIDADES FUNDAMENTAIS DA ENGENHARIA

Engenharia	Atribuições características	Mercado de trabalho
CIVIL	<p>Definir esquemas de construção da estrutura, estabelecer o material a ser utilizado, calcular dimensões de peças e supervisionar as instalações, projetar, construir e reformar edifícios; captar e instalar rede de distribuição de água.</p> <p>Construir usinas hidrelétricas para produção de energia.</p> <p>Projetar e construir obras de porte elevado, como rodovias, ferrovias, aeroportos, viadutos, pontes etc.</p> <p>Analisar a resistência e a permeabilidade do solo e do subsolo, definindo métodos, técnicas e materiais que devem ser utilizados na construção de alicerces de edificações.</p>	<p>O engenheiro civil pode atuar em projetos, construção, fiscalização de obras, perícia, planejamento e manutenção nas seguintes áreas e respectivas aplicações: materiais; estruturas, edifícios residenciais, industriais ou comerciais, pontes, barragens; hidráulica e saneamento; transportes e geotécnica, estradas, aeroportos, portos etc.</p>
ELÉTRICA	<p>Projetar, construir e fazer manutenção de transmissores e receptores de rádio e de televisão, centrais telefônicas, equipamentos de micro-ondas, tomógrafos etc.</p> <p>Elaborar e aprimorar sistemas de controle e automação de máquinas operatrizes, usinas hidrelétricas e linhas de transmissão em geral.</p> <p>Projetar, construir, fazer a montagem, operação e manutenção de instalações industriais, sistemas de medição e controles elétricos.</p> <p>Atuar em todas as etapas do processo de geração, transmissão, distribuição e uso de energia elétrica e fontes alternativas de energia.</p>	<p>O engenheiro elétrico pode atuar em indústrias, empresas de projeto e instalações, empresas comerciais de equipamentos eletrônicos, instituições científicas, no setor de telecomunicações e fibra óptica.</p>

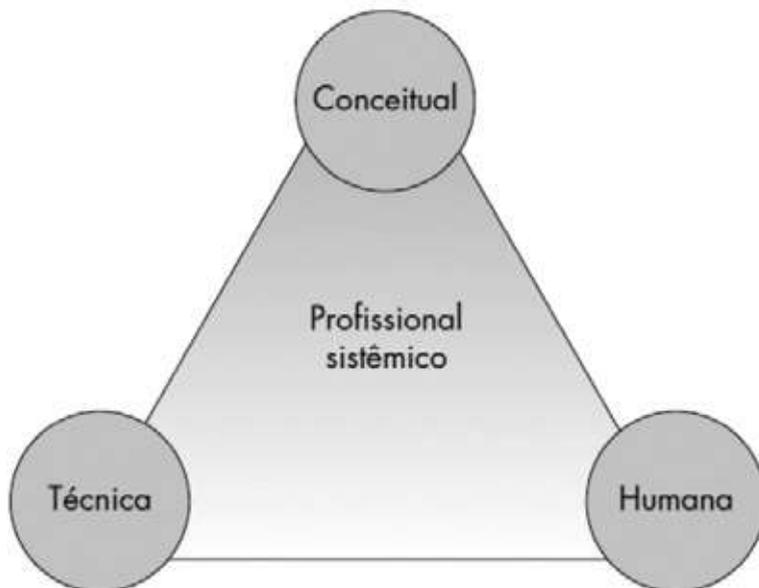
MECÂNICA	<p>Projetar, instalar e manter bombas, válvulas e máquinas em funcionamento.</p> <p>Definir instrumentos para monitorar processos térmicos e hidráulicos.</p> <p>Determinar o tamanho dos equipamentos, fazendo especificações térmicas e escolhendo o material para os equipamentos industriais.</p> <p>Elaborar catálogos técnicos, moldes para ferramentas e dispositivos de alimentação de máquinas; testes de resistência em máquinas e equipamentos.</p> <p>Desenvolver turbinas a vapor, compressores, caldeiras, motores de combustão interna e sistemas de refrigeração.</p>	<p>O engenheiro mecânico pode trabalhar em indústrias têxteis, metalúrgicas, siderúrgicas, automobilística etc.</p> <p>Atualmente, o setor automobilístico é o que mais absorve esse profissional, que poderá trabalhar também no comando de equipes de especialistas, em manutenção de máquinas em geral e no desenvolvimento de novos projetos.</p>
QUÍMICA	<p>Criação de novos produtos e processos de fabricação por meio de experiências desenvolvidas em laboratórios.</p> <p>Tratamento de água e esgotos.</p> <p>Reciclagem de lixo e controle de poluição. Planejamento e supervisão das operações e processos na Indústria Química.</p> <p>Definição do processo de produção, dos recursos materiais, equipamentos, processos de segurança, da estocagem e movimentação das matérias-primas e da produção na Indústria Química.</p>	<p>O engenheiro químico pode especializar-se na fabricação de borracha, celulose, tintas, corantes, inseticidas, derivados do petróleo, resinas, medicamentos e bebidas.</p> <p>Todas as atividades relacionadas com o meio ambiente, com a higiene industrial e com a segurança estão em franco desenvolvimento, por exigência dos órgãos governamentais, o que torna, assim, indispensável a presença desses profissionais para a adequação das empresas à legislação vigente.</p>

FONTE: CREMASCO (2010)

Algumas das armas com as quais um engenheiro deve contar para um bom desempenho profissional são a sua formação básica e o seu raciocínio analítico. Além disso, também é desejável um senso crítico para lidar com as complexas questões contemporâneas, pois elas envolvem inúmeras variáveis dos mais diversos campos disciplinares. Características como estas são muito procuradas no mercado de trabalho. Por isso, devem sempre ser aperfeiçoadas através, principalmente, de um estudo continuado (BAZZO, 2006).

Habilidades desejadas em um bom engenheiro são apresentadas na figura a seguir. Ela resume o conceito de profissional sistêmico, no qual a habilidade conceitual lida com ideias, a habilidade humana lida com pessoas e a habilidade técnica lida com as coisas. Ao desenvolver estas habilidades e forma interconectada, o engenheiro estará envolvido com a integração do ser humano com a sociedade, a tecnologia e as consequências de seus serviços no comportamento social.

FIGURA 27 - HABILIDADES DESEJADAS PARA O PROFISSIONAL ENGENHEIRO SISTÊMICO



FONTE: CREMASCO (2010)

A Engenharia faz parte da vida das pessoas. Não existe espaço para a divisão do humanista de um lado e do técnico de outro. Emerge o técnico ser humano, não significando que o ser humano distancie-se da virtude, da ética, ou que o técnico simplesmente abra mão de suas habilidades específicas. O profissional engenheiro deve ser resultante de contribuições. Em um conceito conjugado de sociedade e tecnologia, não se trata de humanizar o técnico ou vice-versa, mas moldar o espírito das pessoas para a realidade que não se cansa de nos assombrar com rapidez e diversidade, levando para um futuro nada previsível, contudo, possível de manter o planeta vivo para as futuras gerações (BAZZO, 2006; COCIAN, 2006).

2.3 OUTRAS MODALIDADES

Dentre as atribuições e atividades dos engenheiros estão relacionadas competências legais para realizar empreendimentos que visam ao aproveitamento e à utilização de recursos naturais para a concretização de inúmeras atividades. Se considerarmos os possíveis campos de atuação da engenharia, logo perceberemos que eles são por demais amplos para que uma só pessoa possa dominar, com

excelência, a tecnologia, o embasamento científico específico, as técnicas de cálculo e as experiências vinculadas a todas as suas múltiplas atividades. Para termos uma ideia dessa complexidade, basta lembrar que não só questões técnicas, mas também questões sociais, ecológicas, econômicas e tantas outras fazem parte do trabalho dos engenheiros ou são afetadas direta ou indiretamente por suas atividades. Tudo isso influencia, de uma forma ou de outra, no funcionamento da sociedade (BAZZO, 2006).

Não é difícil relacionar responsabilidades que caracterizam a abrangência da ação desse profissional. É competência dos engenheiros projetar, executar, administrar, verificar, fiscalizar, pesquisar etc. Por isso, existem as várias modalidades de engenharia. A engenharia, devido à sua diversidade de campos do saber, é dividida em ramos ou modalidades, de acordo com os campos do conhecimento humano a que está relacionada (BAZZO, 2006). Entre as principais modalidades e suas ramificações, podemos citar:

- Engenharia de Agricultura
- Engenharia Agrícola
- Engenharia Agrônômica
- Engenharia Ambiental
- Engenharia Biomédica
- Engenharia Eletromédica
- Engenharia Clínica
- Engenharia Biomecânica
- Engenharia Bioinformática
- Bioengenharia
- Engenharia Civil
- Engenharia de Transportes
- Engenheiros Cartográficos
- Engenheiros de Estruturas
- Engenheiros Oceanógrafos
- Engenharia Elétrica
- Engenharia Eletrônica
- Engenharia Eletromecânica
- Engenharia Mecatrônica
- Engenharia de Computadores - *Hardware*
- Engenharia de Computadores - *Software*
- Engenharia Telemática
- Engenharia de Telecomunicações
- Engenharia de Automação e Controle de Processos
- Engenharia Eletrotécnica
- Engenharia de Sistemas de Energia
- Engenharia Nuclear
- Engenharia Industrial
- Engenharia de Manufatura
- Engenharia de Produção
- Engenharia de Materiais

Engenharia de Cerâmicas
Engenharia de Madeira
Engenharia de Plásticos
Engenharia Metalúrgica
Engenharia de Minas
Engenharia de Petróleo
Engenharia Geológica
Engenharia Mecânica
Engenharia Automotiva
Engenharia Aeroespacial
Engenharia Aeronáutica
Engenharia Naval
Engenharia Química
Engenharia de Alimentos
Engenharia Têxtil
Engenharia do Petróleo
Engenharia Bioquímica

3 CARACTERIZAÇÃO E EXERCÍCIO DA PROFISSÃO

O profissional engenheiro é, com certeza, um profissional criativo. Ele sintetiza, resolve problemas e inova; permite que se façam coisas novas e auxilia para que as já existentes funcionem melhor. Para comparação, os profissionais das artes também são pessoas criativas, mas a sua criatividade se defronta com a filosofia e emoções. A criatividade da engenharia está diretamente relacionada com objetos e resultados.

Existem muitas definições para o termo Engenharia. A seguir, apresentamos a definição dada por Cremasco (2010, p. 5), que contempla um caráter filosófico e poético da curiosidade humana e a busca de soluções de acordo com as necessidades:

O ser humano é um ser inquieto. Tudo o que vê, sente e ouve quer pôr a mão e ir além das asas da imaginação, para simplesmente criar o que não existe e modificar o que já se fez presente. Um exemplo é imaginarmos um homem pré-histórico deparado à margem de um rio, cercado por vegetação rasteira e algumas árvores. Está faminto. Na outra margem, a caça. Mas como ir além das asas da imaginação para pousar na outra margem do rio? De repente: a razão! A árvore! Da árvore, a criação do que não existia: uma ponte rústica, mas resistente o bastante para sustentá-lo, assim como toda uma geração e o tempo; e o que era uma ponte rústica virou arcos maravilhosos, sustentados por aços formidáveis de uma ponte pênsil, ou seja: modificou-se o que já existia. Dessa maneira foi no passado e assim será no futuro. Essa capacidade de criar e de modificar as coisas é a essência da Engenharia.

As atividades dos engenheiros são muito variadas, e de acordo com o tipo de trabalho podemos classificá-los em Engenheiros Pesquisadores, Engenheiros de Desenvolvimento, Engenheiros Projetistas, Engenheiros de Produção, Engenheiros de Operação, Engenheiros de Vendas, Engenheiros de Gestão, Engenheiros Consultores, Engenheiros Professores.

AUTOATIVIDADE



Faça uma autorreflexão. Qual tipo de trabalho ou que tipo de engenheiro você deseja ser, com base nas suas características pessoais?

Para preparar profissionais que atuem com competência nessas inúmeras áreas, são necessários cursos bem estruturados que contemplem um conjunto consistente de conhecimentos que os habilitem para tal (BAZZO, 2006). Um dos objetivos de um processo educacional é capacitar indivíduos para que eles resolvam problemas técnicos específicos. É lógico que não se restringe apenas a isso o papel de um curso superior. A formação básica é essencial. Um curso que tenha entre suas metas profissionalizar cidadãos, capacitando-os a solucionar problemas técnicos específicos, precisa proporcionar uma formação básica consistente, com disciplinas teóricas de bom nível e com nível com informações técnicas atualizadas. Além do mais, um engenheiro deve ser capaz de propor soluções que sejam não apenas tecnicamente apropriadas, mas deve também ter o discernimento de abordar os problemas de forma ampla, considerando-os como parte de uma cadeia de causa e efeito de múltiplas dimensões (BAZZO, 2006).

Ainda de acordo com Bazzo (2006), ao implantarmos uma rodovia ou uma indústria numa determinada região, temos de ter consciência de que estamos impondo uma alteração brusca no ecossistema local, bem como alterando o contexto social da região. Tudo isso também tem de constar como preocupação de um profissional competente. Por isso, a lógica de um curso de engenharia prevê divisões em algumas grandes áreas, que abarcam inúmeros tópicos de estudo, oferecendo temas técnicos e de formação geral.

A pesquisa é hoje um grande negócio, trabalhando com orçamentos de aproximadamente US\$ 40 bilhões por ano no mundo todo. A pesquisa é efetuada em basicamente quatro tipos de instituições: nas universidades, nos laboratórios industriais, nas organizações patrocinadas pelos governos e nos institutos de pesquisa.

Muitos governos expandiram rapidamente as suas políticas no desenvolvimento da pesquisa e desenvolvimento, apoiados com recursos públicos. A indústria tem aumentado os seus investimentos na pesquisa, convertendo-se em mais um parceiro no apoio à pesquisa. No passado, o maior apoio econômico proveniente de fundos públicos, era concentrado na pesquisa

básica aplicada, relacionada com as ciências naturais, comunicações, defesa, materiais e informação. Nos últimos anos tem aumentado a ênfase na saúde pública, na produtividade industrial, solução de problemas energéticos, impacto ambiental, controle da produção e transporte.

Os engenheiros de pesquisa procuram novos conhecimentos ou um melhor entendimento dos fatos já conhecidos. Eles procuram novos princípios, novos métodos e novos processos. Eles trabalham na fronteira do conhecimento científico e o seu treinamento deve fornecer um profundo entendimento de conceitos avançados em matemática e nas ciências. Estes engenheiros devem ser hábeis no raciocínio abstrato e indutivo, e ainda, saber expressar-se de forma matemática, além de serem habilidosos na análise de experimentos. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?isbn=8575282298>>. Acesso em: 28 nov. 2015.



Assista a série de televisão “*The Big Bang Theory*”, atualmente na programação do canal Warner. Ela apresenta, com elevada carga cômica e satírica, o trabalho de pesquisadores da área tecnológica.

4 A ATIVIDADE DO ENGENHEIRO DE PRODUÇÃO

Segundo Bazzo (2006, p. 235):

A engenharia de produção é uma habilitação específica associada a engenharias tradicionais. Existem, portanto, cursos de engenharia de produção elétrica, de produção civil, de produção mecânica e outras. Numa empresa, a produção implica racionalização e otimização de processos, das matérias-primas empregadas ou da energia consumida, bem como melhor aproveitamento possível do pessoal disponível. O profissional responsável por garantir que se tenha esta produção otimizada e racionalizada, dentro dos níveis de qualidade exigidos, cuidando do bom balanceamento da linha de produção, que envolve métodos e tempos de montagem, alocação de pessoal, ferramentas, velocidades de trabalho, é o engenheiro de produção. O engenheiro de produção é responsável pelo planejamento, pela execução e pelo controle da produção, bem como pelo projeto do produto, pela fixação da escala de produção e pelo estabelecimento de programas de trabalho e prazos. É sua atribuição gerenciar, recursos humanos, financeiros e materiais para aumentar a produtividade de uma empresa, aperfeiçoando o relacionamento entre homem e máquina. Podemos dizer que, em linhas gerais, um engenheiro de produção se dedica ao projeto e gerência de sistemas que envolvem pessoas, materiais, equipamentos e ambiente. Por englobar um conjunto maior de conhecimentos e habilidades, este profissional consegue visualizar os problemas de forma global.

Também são suas responsabilidades:

- Escolher a localização de indústrias, determinar o equipamento e o processo de manufatura, modificando hábitos não recomendáveis de trabalho.
- Analisar as operações e introduzir modificações no sentido de racionalizar o trabalho.
- Estudar custos operacionais e dedicar-se ao estudo de tempos e métodos.
- Atuar como elemento de ligação entre o setor técnico e o setor administrativo de uma empresa.
- Manter a segurança do processo produtivo, da avaliação econômico-financeira da empresa e do *layout* das instalações industriais.
- Planejar e programar compras, produção e distribuição dos produtos.
- Definir estratégias de controle de estoques.

O aluno de engenharia de produção aprende matérias relacionadas à economia, meio ambiente, finanças etc., além dos conhecimentos tecnológicos básicos da engenharia correspondente. Mais especificamente, alguns assuntos estudados num curso de engenharia de produção são: controle de qualidade, materiais, sistemas e processos, métodos e tempos, gerência de produção, organização do trabalho, ergonomia e segurança do trabalho, administração, pesquisa operacional, avaliação de mercado, gestão da tecnologia, planejamento e controle de produção, estatística, projeto do produto e da fábrica.

Em seu campo de formação específica, o engenheiro de produção pode trabalhar em áreas como:

- Operações: Distribuição de produtos, controle de suprimentos.
- Planejamento: Estratégico, financeiro, produtivo.
- Finanças: Controle financeiro e de custos, análise de investimentos.
- Logística: Planejamento da produção e distribuição de produtos.
- *Marketing*: Planejamento do produto, mercados a atender.

Entre as principais competências do engenheiro de produção, segundo a ABEPRO, estão:

Competências Científicas:

- Sólida formação em ciências básicas como Matemática, Computação, Administração e Economia, com ênfase nos métodos quantitativos relacionados a estas últimas.
- Capacidade de análise do trabalho (ergonomia) e dos processos organizacionais.
- Capacidade de trabalho em equipes multidisciplinares.
- Capacidade prática de abordagem experimental.
- Capacidade de analisar e otimizar processos.
- Formação ético-profissional.

Competências Pessoais:

- Capacidade de utilizar ferramental matemático e estatístico para modelar sistemas de produção e auxiliar na tomada de decisões.
- Capacidade de projetar, implementar e aperfeiçoar sistemas, produtos e processos, levando em consideração os limites e as características das comunidades envolvidas.
- Capacidade de utilizar indicadores de desempenho, sistemas de custeio, bem como avaliar a viabilidade econômica e financeira de projetos.
- Capacidade de prever e analisar demandas, selecionar tecnologias e *know-how*, projetando produtos ou melhorando suas características e funcionalidade.
- Capacidade de incorporar conceitos e técnicas da qualidade em todo o sistema produtivo, tanto nos seus aspectos tecnológicos quanto organizacionais, aprimorando produtos e processos, e produzindo normas e procedimentos de controle e auditoria.
- Capacidade de prever a evolução dos cenários produtivos, percebendo a interação entre as organizações e os seus impactos sobre a competitividade.
- Capacidade de acompanhar os avanços tecnológicos, organizando-os e colocando-os a serviço da demanda das empresas e da sociedade.
- Capacidade de compreender a inter-relação dos sistemas de produção com o meio ambiente, tanto no que se refere à utilização de recursos escassos quanto à disposição final de resíduos e rejeitos, atentando para a exigência de sustentabilidade.
- Capacidade de dimensionar e integrar recursos físicos, humanos e financeiros a fim de produzir, com eficiência e ao menor custo, considerando a possibilidade de melhorias contínuas.

LEITURA COMPLEMENTAR

TÉCNICAS PARA SOLUÇÃO DE PROBLEMAS

O primeiro passo do aprendizado, em qualquer ciência, é entender seus fundamentos e ganhar bom conhecimento. O próximo passo é dominar os fundamentos testando esses conhecimentos, o que é feito por meio da resolução de problemas significativos do mundo real. Resolver tais problemas, especialmente aqueles complicados, exige uma abordagem sistemática. Ao usar a abordagem do tipo passo a passo, um engenheiro pode reduzir a solução de um problema complicado para solução de uma série de problemas simples. Quando você está resolvendo um problema, recomendamos que use os passos seguintes, que ajudarão a evitar algumas armadilhas comuns associadas à resolução de problemas.

Passo 1: Definição do problema

Descreva sucintamente o problema e liste as principais informações dadas e as quantidades que devem ser encontradas. Isso é para ter certeza de que você entendeu o problema e os objetivos antes de tentar resolvê-lo.

Passo 2: Esquema

Desenhe um esboço realista do sistema físico envolvido e enumere nele as informações relevantes. O esboço não tem de ser algo elaborado, mas deve lembrar o sistema e mostrar as principais características. Indique quaisquer interações de energia e massa com o meio envolvente. Listar as informações dadas sobre o esboço ajuda a ver todo o problema de uma só vez.

Passo 3: Suposições e aproximações

Estabeleça as suposições e aproximações adequadas a fim de simplificar o problema de forma a possibilitar a obtenção da solução. Justifique as suposições questionáveis. Assuma valores razoáveis para quantidades que faltam e que são necessárias. Por exemplo, na ausência de dados específicos para pressão atmosférica, pode-se considerar 1 atm. No entanto, deve-se notar, na análise, que a pressão atmosférica diminui com aumento da altitude. Por exemplo, ela cai para 0,83 atm em regiões com altitude acima de 1500m do nível do mar.

Passo 4: Leis físicas

Aplique todas as leis e princípios básicos físicos relevantes (como conservação de energia) e reduza-os à sua forma mais simples, utilizando as suposições feitas. No entanto, primeiro deve-se identificar claramente a região para a qual é aplicada uma lei física.

Passo 5: Propriedades

Determine as propriedades desconhecidas, necessárias para resolver o problema, usando relações de propriedades ou tabelas. Liste as propriedades separadamente e indique sua fonte, se for o caso.

Passo 6: Cálculos

Substitua as quantidades conhecidas nas relações simplificadas e realize os cálculos para determinar as incógnitas. Preste atenção, especialmente, nas unidades e nos cancelamentos de unidades, lembre-se de que uma quantidade dimensional sem unidade não tem sentido. Além disso, não dê a falsa impressão de alta precisão copiando todos os dígitos da calculadora. Arredonde os resultados para um número apropriado de algarismos significativos.

Passo 7: Raciocínio, verificação e discussão

Certifique-se de que os resultados obtidos são razoáveis e intuitivos e verifique a validade das suposições questionáveis. Repita os cálculos que resultaram em valores absurdos. Por exemplo, o isolamento de um aquecedor de água que utiliza R\$ 80,00 de gás natural por ano não pode resultar em uma economia de R\$ 200,00 por ano. Além disso, pontue o significado dos resultados e discuta as suas implicações. Estabeleça as conclusões que possam ser extraídas dos resultados, bem como quaisquer recomendações que possam ser feitas com base neles. Enfatize as limitações sob as quais os resultados são aplicáveis e tenha precaução com quaisquer eventuais mal-entendidos e com utilizações dos resultados em situações em que as suposições não se aplicam. Por exemplo, se você determinar que, envolvendo um aquecedor de água com isolamento de R\$ 20,00 irá reduzir o custo da energia em R\$ 30,00/ano, indique que o isolamento irá pagar a si próprio a partir da energia poupada em menos de um ano. Indique também que a análise não considera os custos da mão de obra e que esse será o caso somente se você mesmo instalar o isolamento. Tenha em mente que as soluções que você apresentar a seu chefe e qualquer análise de engenharia apresentada a outras pessoas são formas de comunicação. Por conseguinte, esmero, organização, integralidade e aparência visual são de extrema importância para uma máxima eficácia. Além disso, esmero também serve como boa ferramenta de verificação, uma vez que é muito fácil detectar erros e incoerências nos trabalhos esmerados. Descuidos e etapas puladas para poupar tempo acabam, muitas vezes, custando mais tempo e ansiedade desnecessária.

Em certos problemas, alguns dos passos podem não ser aplicáveis ou necessários. No entanto, não podemos deixar de enfatizar a importância da abordagem lógica e ordenada para resolução de problemas. A maior parte das dificuldades encontradas na resolução de um problema não se deve à falta de conhecimento, mas sim à falta de organização. Adote essas etapas na resolução de problemas até que possa desenvolver uma abordagem própria, que funcione melhor para você.

FONTE: Çengel, Y. A. et al. Transferência de calor e massa. Uma abordagem prática. 4. Ed. Porto Alegre: AMGH Editora Ltda., 2012.



RESUMO DO TÓPICO 2

Neste tópico de estudos, você aprendeu que:

- As atribuições e competências do profissional de Engenharia.
- As quatro grandes áreas da Engenharia;
- Os perfis profissionais e a caracterização para o exercício profissional.
- Aspectos e requisitos ao profissional de Engenharia de Produção.
- As competências para a atividade do Engenheiro de Produção.

AUTOATIVIDADE



1 Quais são as quatro grandes áreas da engenharia? Faça uma relação entre estas áreas do conhecimento e aponte como a Engenharia de Produção deriva destas grandes áreas.



2 Considere um processo de dimensionamento e instalação de um material de isolamento térmico em uma tubulação metálica que transporta vapor na indústria. Este processo visa minimizar a troca de calor do vapor com o ar ambiente, reduzir o consumo de combustível no setor de utilidades (geração de vapor) e garantir a temperatura do vapor no processo industrial. Com base nas etapas para solução de um problema (Leitura Complementar), descreva como esta metodologia pode ser aplicada na resolução do processo de dimensionamento e instalação do material de isolamento térmico.



ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA EM ENGENHARIA (ART)

1 INTRODUÇÃO

Neste tópico de estudo, apresentaremos a Anotação de Responsabilidade Técnica, chamada de ART, que é o contrato de prestação de serviço profissional do Engenheiro, regulamentado pelo seu conselho federal e regional de seu estado.

A Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) é o instrumento através do qual o profissional registra as atividades técnicas solicitadas através de contratos (escritos ou verbais) para o qual o mesmo foi contratado. A Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) é um documento constituído por formulário padrão a ser preenchido através do sistema CREANet Profissional, cujo preenchimento é de responsabilidade do profissional devidamente habilitado com registro ou visto no Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA) em seu respectivo estado de atuação. A ART define, para os efeitos legais, o responsável técnico pela execução de obras ou serviços e dá oportunidade para o profissional de registrar nos CREAs suas obras ou serviços, cargos ou funções visando o cadastramento de seu Acervo Técnico e a caracterização da responsabilidade técnica específica. Assim como, somente é considerada válida a ART quando estiver cadastrada no CREA e quitada, possuir as assinaturas originais do profissional e contratante, além de estar livre de qualquer irregularidade referente às atribuições do profissional que a anotou. Existem Anotações de Responsabilidade Técnica específicas que demandam procedimentos diferenciados, como por exemplo, a ART de solicitação de aprovação de projetos para Moradia Econômica, que segue uma lei e resolução do CONFEA, que não será abordada neste estudo.

O preenchimento do formulário da ART é de responsabilidade do profissional legalmente habilitado com visto ou registro no CREA de seu estado que, conseqüentemente, é responsável por todas as informações contidas nela. Havendo empresa executora também deverá estar legalmente habilitada com visto ou registro no CREA.

Conforme Resolução nº 1.025/09 do CONFEA, quando o profissional emite a ART como autônomo, cabe a ele o pagamento da respectiva taxa. Quando o profissional executa a obra ou serviço através de uma empresa executora, ou seja, quando existe vínculo empregatício entre o profissional e uma empresa, cabe à pessoa jurídica empregadora a responsabilidade pelo pagamento da taxa de Anotação de Responsabilidade Técnica.

O procedimento é simples, rápido e deve ser feito totalmente pela internet através do sistema CREANet Profissional.

FONTE: Disponível em: <<http://www.crea-sc.org.br/portal/index.php?cmd=guia-manuais-formularios-detalhe&id=26>>. Acesso em: 30 nov. 2015.

O profissional habilitado acessa este sistema com seu *login* e senha para cadastrar suas ARTs e gerenciar seu histórico de atuação profissional.

Após o preenchimento e cadastramento das informações necessárias para gerar uma nova ART, o profissional deve efetuar o pagamento do boleto, cujo valor é calculado referente às informações da ART.

O prazo de pagamento de uma ART é de dez dias corridos após sua emissão, não havendo prorrogação. Caso ocorra atraso no pagamento, a emissão de nova ART será bloqueada. O desbloqueio se dará mediante o efetivo pagamento da ART que possui pagamento pendente.

Após a aprovação da solicitação, automaticamente a ART de Cargo/Função será emitida através do CREANet Profissional, assim como, o respectivo boleto para pagamento. O profissional ou empresa serão informados através de mensagem eletrônica de que ambos (ART e boleto) estão disponíveis no CREANet Profissional.

Para as ARTs emitidas pelo sistema CREANet não há a necessidade de entrega da via impressa ao respectivo escritório do CREA.

Os valores das taxas devidas pelas ARTs são objetos de Resolução específica do CONFEA. A tabela de valor de taxas de ARTs fica disponível em qualquer Unidade de Atendimento do CREA ou pelo sítio na internet.

O profissional pode simular uma ART para verificar o valor de sua taxa através do Calculador de ART, ferramenta também disponível no sítio eletrônico. Para isto, deverá preencher o calculador com as atividades técnicas e valor de contrato ou obra, que por sua vez, disponibilizará o valor da taxa da respectiva ART.

É importante salientar que cada estado da União possui o seu sistema ou mecanismo de cadastramento da Anotação de Responsabilidade Técnica, porém, todos seguem as resoluções do sistema CONFEA, na esfera federal.

2 O SISTEMA CREANET

O CREANet é o meio *on-line* disponibilizado aos profissionais e empresas para acesso aos serviços do CREA. O CREANet Profissional é um sistema que permite ao usuário, entre outras ações: consulta de ficha cadastral; certidão; anuidades; débitos; entidades de classe; processos de Auto de Infração; consulta de ARTs em andamento, concluídas e registradas; baixas de ARTs; certidão de acervo específica; certidão de acervo total; certidão de obras ou serviços em andamento; emissão de nova ART; controle de emissão de ART; alteração de senha; alteração de endereço; alteração de endereço eletrônico; opção para sugestões e críticas.

Com relação à ART, o sistema CREANet Profissional proporciona o preenchimento, emissão e controle, serviço de baixa eletrônica por conclusão de Obra ou Serviço e emissão de 2ª via.

Profissionais legalmente habilitados podem acessar o portal CREANet, com registro ou visto no CREA de seu estado. Para obter o acesso, o profissional deverá acessar o endereço eletrônico do CREA de seu estado, na aba "CREANET" localizado no canto superior direito, clicar em "PROFISSIONAL", e seguir os passos de "Como acessar o CREANet Profissional". Este acesso deverá ser feito exclusivamente pelo profissional.

FONTE: Disponível em: <<http://www.crea-sc.org.br/portal/index.php?cmd=paginas&id=222>>. Acesso em: 30 nov. 2015.

FIGURA 28 - ENDEREÇO ELETRÔNICO PARA ACESSO AO SISTEMA CREANET PROFISSIONAL DO CREA-SC



FONTE: Disponível em: <www.crea-sc.org.br>. Acesso em: 30 nov. 2015.

2.2 RESPONSABILIDADES DO PROFISSIONAL

Segundo o Manual de Procedimentos para Verificação do Exercício Profissional (CREA-RO, 2014), podemos resumir os principais focos no exercício regulamentado da profissão na área de Engenharia em:

- Garantir à sociedade a prestação de serviços técnicos por profissional habilitado, em condições de oferecer tecnologia moderna e adequada para cada caso, visando alcançar os objetivos técnicos, econômicos e sociais compatíveis com as necessidades dos usuários.
- Garantir a produção e serviços de melhor qualidade através da participação efetiva de profissional habilitado.
- Defender uso racional de produtos, serviços, recursos naturais e energéticos visando proteger a sociedade, os trabalhadores e o meio ambiente.

O artigo 8º, dos Princípios Éticos do Código de Ética Profissional estabelece os princípios norteadores da conduta do profissional, entre eles:

Do objetivo da profissão: A profissão é bem social da humanidade e o profissional é o agente capaz de exercê-la, tendo como objetivos maiores a preservação e o desenvolvimento harmônico do ser humano, de seu ambiente e de seus valores.

Da natureza da profissão: A profissão é bem cultural da humanidade construído permanentemente pelos conhecimentos técnicos e científicos e pela criação artística, manifestando-se pela prática tecnológica, colocado a serviço da melhoria da qualidade de vida do homem.

Da honradez da profissão: A profissão é alto título de honra e sua prática exige conduta honesta, digna e cidadã.

Da eficácia profissional: A profissão realiza-se pelo cumprimento responsável e competente dos compromissos profissionais, munindo-se de técnicas adequadas, assegurando os resultados propostos e a qualidade satisfatória nos serviços e produtos e observando a segurança nos seus procedimentos.

Do relacionamento profissional: A profissão é praticada através do relacionamento honesto, justo e com espírito progressista dos profissionais para com os gestores, ordenadores, destinatários, beneficiários e colaboradores de seus serviços, com igualdade de tratamento entre os profissionais e com lealdade na competição.

Da intervenção profissional sobre o meio: A profissão é exercida com base nos preceitos do desenvolvimento sustentável na intervenção sobre os ambientes naturais e construídos e da incolumidade das pessoas, de seus bens e de seus valores.

Da liberdade e segurança profissionais: A profissão é de livre exercício aos qualificados, sendo a segurança de sua prática de interesse coletivo.

FONTE: Disponível em: <<http://www.sengepe.org.br/arquivos/etica1b.html>>. Acesso em: 30 nov. 2015.



Leia o Código de Ética profissional na íntegra. Ele está disponível na página oficial do Conselho Federal de Engenharia e Agronomia ou nos Conselhos Regionais.

3 ESTUDO PRÁTICO: COMO PREENCHER UMA ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA?

A Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) relacionada à execução de obra ou à prestação de serviço, sendo cada qual objeto de contrato único, deve ser registrada antes do início da respectiva atividade técnica, de acordo com as informações constantes do contrato firmado entre as partes, relativo à execução de obras ou prestação de serviços inerentes às profissões regulamentadas pelo Sistema CONFEA/CREA.

A seguir, será apresentado um exemplo comentado de preenchimento de uma Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) no sistema CREA Net do estado de Santa Catarina. Novamente, é importante salientar que cada Conselho Regional Estadual tem suas normas para preenchimento da ART, mas, basicamente, todos os conselhos regionais estaduais seguem este modelo de formulário eletrônico.

A legislação que atualmente regulamenta a Anotação de Responsabilidade Técnica, escrita ou verbal, é a Lei Federal nº 6496, de 7 de dezembro de 1977 e a Resolução nº 1025/2009 do CONFEA.

O preenchimento da ART é de responsabilidade do profissional legalmente habilitado com visto ou registro no CREA e é responsável por todas as informações contidas nela. No caso de empresa executora, esta também deverá estar legalmente habilitada com visto ou registro no CREA.

Após o acesso com *login* e senha ao sistema CREA Net, basta selecionar a opção "Nova ART" na aba SARTWeb do menu da barra à esquerda da tela. O sistema de cadastramento da ART (SARTWeb) oferece a opção de selecionar um modelo de ART previamente cadastrado pelo profissional ou preencher um modelo novo, conforme indicado na figura a seguir.

A opção de busca por uma ART permite reaproveitar as informações de uma Anotação de Responsabilidade Técnica já preenchida e confirmada. Desta forma, o processo de preenchimento de uma nova ART pode ser agilizado. Com esta opção, as informações que necessitam ser atualizadas podem ser alteradas normalmente. Por exemplo, para alterar uma atividade é necessário excluir a mesma e incluir uma nova. Para limpar todas as informações da nova ART, após ter selecionado um modelo, é necessário clicar novamente na opção do menu Nova ART.



Os campos "Data de Início" e "Data de Término" não serão reaproveitados da ART modelo e devem ser atualizados pelo profissional.

FIGURA 30 - TELA INICIAL PARA CADASTRAMENTO DE NOVA ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA (ART)

The screenshot shows the 'SARTWeb - Nova ART' page. The left sidebar contains a navigation menu with categories like 'Abertura', 'Processos ART', 'ART', 'SARTWeb', and 'Meu Cadastro'. The main content area has a search form with a dropdown menu and an 'OK' button. Below the search form, there are several warning messages in red text, including one about data recovery and another about session expiration. At the bottom, there is a section titled 'Para saber COMO PREENCHER A ART clique aqui!' followed by a list of form fields: Nome, Registro, Título, Endereço, Bairro, CEP, Fone, CPF, E-mail, Cidade, UF, and FAX.

FONTE: Disponível em: <<https://www.crea-sc.org.br/creanet/index.php>>. Acesso em: 30 nov. 2015.

Na seção “Contratado” do cadastro da nova ART, são inseridos os dados pessoais para identificação do profissional Responsável Técnico, como NOME DO PROFISSIONAL RESPONSÁVEL TÉCNICO; TÍTULO DO PROFISSIONAL (Profissionais com mais de um título devem optar pela habilitação que oferece responsabilidade técnica legalmente amparada para a execução da obra ou serviço); ENDEREÇO COMPLETO e MEIOS PARA CONTATO.



Estes campos, geralmente, são completados automaticamente após o acesso do profissional ao sistema CREANet e SARTWeb.

Na seção “Empresa Executora”, seleciona-se a opção de acordo com o contrato firmado entre as partes. Se o contratante, que necessita do serviço do profissional engenheiro, firmou contrato com o profissional e este não possui vínculo com uma empresa executora, deve ser selecionada a opção AUTÔNOMO. Se o contratante firmou contrato com a empresa executora, seleciona-se a empresa na lista apresentada ou informa-se o registro da empresa no campo OUTRA EMPRESA. Essa empresa, obrigatoriamente, deverá possuir registro e o profissional deverá estar devidamente vinculado a ela no sistema CREA do seu estado durante o período de execução da obra ou serviço informado na seção “Resumo do Contrato”.

FIGURA 31 - TELA DO SISTEMA SARTWEB PARA PREENCHIMENTO DAS SEÇÕES “EMPRESA EXECUTORA”, “CONTRATANTE” E “RESUMO DO CONTRATO”

The screenshot shows the SARTWEB system interface for filling out contract sections. The interface is divided into three main sections: "Empresa Executora", "Contratante", and "Resumo do Contrato".

Empresa Executora: This section includes a "Vínculo" field with radio buttons for "Autônomo" and "Outra Empresa". Below it are fields for "Fone" and "Fax".

Contratante: This section includes fields for "Nome", "CPF/CNPJ" (with a note "[Somente Números]"), "Endereço", "Bairro", "UF" (with a dropdown menu), "CEP", "Cidade" (with a dropdown menu), and "Fone".

Resumo do Contrato: This section includes a large text area for the contract summary, a "Prazo Previsto" field with "Início" and "Término" sub-fields, and "Valor Obra/Serviço" and "Valor Honorários" fields.

FONTE: Disponível em: <<https://www.crea-sc.org.br/creanet/index.php>>. Acesso em: 30 nov. 2015.

Na seção “Contratante”, são inseridos os dados da pessoa física ou jurídica que solicita o trabalho técnico do profissional habilitado no CREA. Entre estas informações estão o Nome completo do contratante (normalmente é o proprietário da obra ou serviço); CPF/CNPJ (se o contratante é pessoa física ou jurídica) e endereço completo para correspondência do contratante.

Na seção “Resumo do Contrato”, deve-se descrever resumidamente os serviços do objeto do contrato estabelecido. Registrar informações relevantes, como por exemplo, as condições, os prazos, as quantificações e os custos. Caso exista contrato escrito entre as partes, é facultado anotar neste campo uma observação referente ao contrato assinado entre as partes. Nas opções “Prazo Previsto”, deve-se informar a data prevista para o início da obra/serviço. Para contratos com tempo indeterminado não é necessário informar a data prevista para o final das obras. A emissão de ART deverá ser feita dentro do prazo de execução, Lei 6.196,77, caso contrário, deverá passar pela recuperação de acervo (Resolução 394/95). Na opção “Valor da obra/serviço”, deve-se anotar o valor global da obra ou do serviço na moeda vigente. Na opção “Valor dos honorários” vincula-se as informações prestadas no campo Empresa Executora, ficando disponibilizado para digitação somente se a opção escolhida seja AUTÔNOMO. Neste caso, é preenchido o valor dos honorários do profissional.

Na seção “Identificação da Obra/Serviço”, deve-se preencher dados completos referente à obra ou serviço prestado, como por exemplo, Nome completo do proprietário da Obra ou Serviço; CPF ou CNPJ do proprietário; Endereço para localização da obra ou serviço.



Estes campos, geralmente, são completados automaticamente após o preenchimento do CEP. Existe também a opção de copiar os dados do contratante, caso o proprietário da obra seja o próprio contratante do serviço técnico.

FIGURA 32 - PREENCHIMENTO DAS SEÇÕES “RESUMO DO CONTRATO”, “IDENTIFICAÇÃO DA OBRA/SERVIÇO” E “ATIVIDADES”

The screenshot shows the CREA-SC web interface. On the left is a navigation menu with categories like 'Profissional', 'Processos ATN', 'ART', 'SARTWeb', and 'Meu Cadastro'. The main content area is divided into three sections:

- Resumo do Contrato:** Includes a text area for the summary (with a character limit of 240), and fields for 'Prazo Previsto: Início' and 'Término' (with example dates 05/12/2004 and 05/12/2006), and 'Valor Obra/Serviço' and 'Valor Honorários'.
- Identificação da Obra/Serviço:** Includes a 'Copiar dados contratante' button, and fields for 'Nome Proprietário', 'CPF/CNPJ' (with a note 'Somente Número'), 'Endereço', 'Registro' (with a dropdown for 'SC'), 'CEP', and 'Cidade' (with a dropdown).
- Atividades:** A table with columns for 'Ação', 'Objetos', 'Classificação', 'Quantidade', and 'Unidade'. Each column contains a vertical stack of input boxes for data entry.

FONTE: Disponível em: <<https://www.crea-sc.org.br/creanet/index.php>>. Acesso em: 30 nov. 2015.

Na seção “Atividades”, estão os campos utilizados pelo profissional para informar ao CREA, através de uma codificação padronizada, as diferentes atividades técnicas que está assumindo através da Anotação de Responsabilidade Técnica. Para caracterizar uma atividade, são necessárias as seguintes informações:

Objeto: Corresponde a "OQUÊ" se faz (descreve a atividade do profissional).

Classificação: Corresponde a "ONDE" se desenvolve a atividade.

Quantidade: Quantifica a atividade.

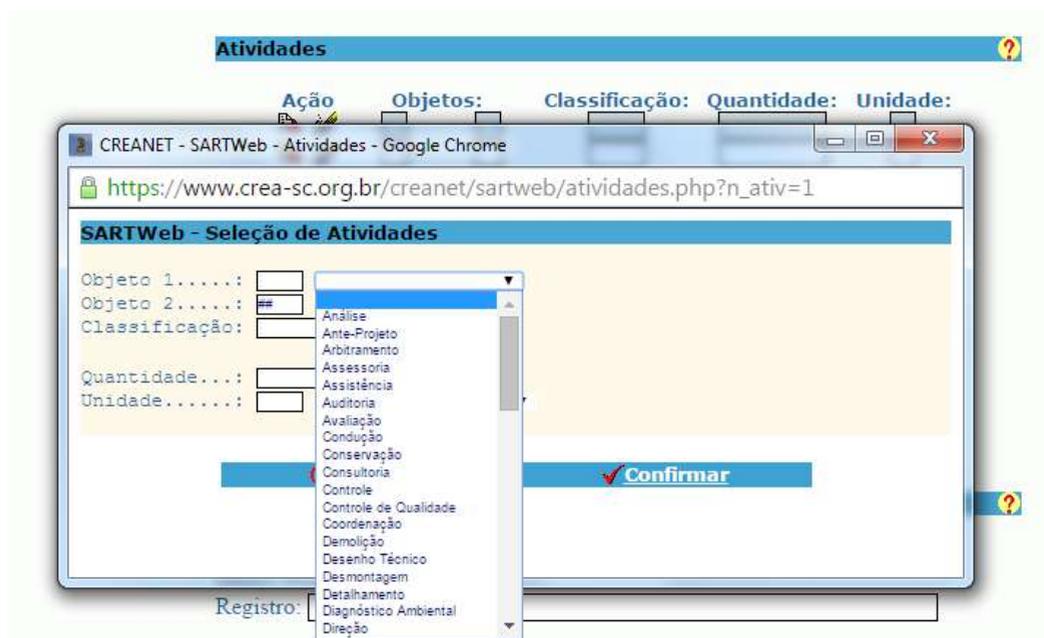
Unidade: Unidade de medida correspondente à atividade.

O profissional deve ter o critério e atenção de preencher tantos campos quanto julgar necessários para a completa caracterização das atividades sob sua responsabilidade.



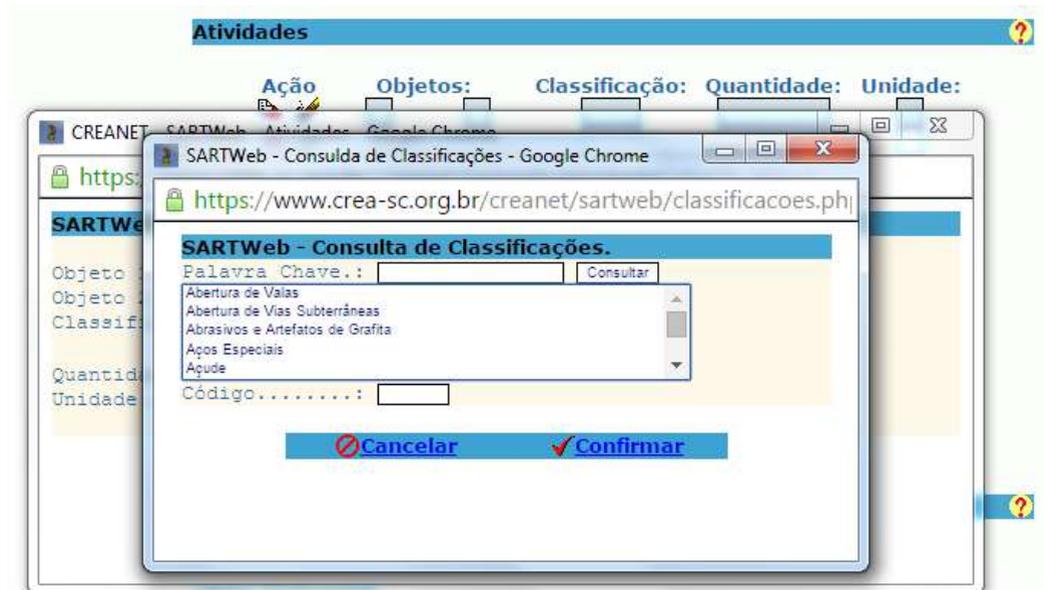
Para incluir atividades basta clicar na imagem  e para excluir atividades basta clicar na imagem .

FIGURA 33 - PREENCHIMENTO DA SEÇÃO "ATIVIDADES". SELEÇÃO DO TIPO DE ATIVIDADE (OBJETO) DESEMPENHADA NA OBRA OU SERVIÇO



FONTE: Disponível em: <<https://www.crea-sc.org.br/creanet/index.php>>. Acesso em: 30 nov. 2015.

FIGURA 34 - CLASSIFICAÇÃO DA ATIVIDADE DESEMPENHADA NA OBRA OU SERVIÇO



FONTE: Disponível em: <<https://www.crea-sc.org.br/creanet/index.php>>. Acesso em: 30 nov. 2015.

FIGURA 35 - QUANTIDADE E UNIDADE REFERENTE À ATIVIDADE DESEMPENHADA NA OBRA OU SERVIÇO



FONTE: Disponível em: <<https://www.crea-sc.org.br/creanet/index.php>>. Acesso em: 30 nov. 2015.



Objeto1: Na caixa de seleção identifique a atividade profissional correspondente. Objeto 2: Caso necessário, poderá ser escolhida outra atividade profissional para ser combinada com a primeira. Não havendo necessidade, mantenha a escolha (## - Nenhum). Classificação: Digite o código da atividade diretamente no campo correspondente, caso necessário, consulte a tabela através de palavra-chave na opção consulta. Quantidade: Preencher com o valor numérico que quantifica a atividade. As quantidades, mesmo inteiras, são sempre escritas com duas casas depois da vírgula. Unidade: Preencher de acordo com a unidade que melhor de adequar à classificação escolhida.

FIGURA 36 - TELA DO SISTEMA SARTWEB COM A SEÇÃO "ATIVIDADES" PREENCHIDA COM BASE NA ATIVIDADE DESEMPENHADA NA OBRA OU SERVIÇO

Ação	Objetos:	Classificação:	Quantidade:	Unidade:
	45	##	A0413	1,00

Incluir Excluir

FONTE: Disponível em: <<https://www.crea-sc.org.br/creanet/index.php>>. Acesso em: 30 nov. 2015.

Na seção “Tipo de Anotação”, deve-se informar o código do tipo de participação técnica. Existem seis opções:

- **SUBSTITUIÇÃO DE PROFISSIONAL**: Quando se tratar da substituição de responsável técnico por obra ou serviço com ART anterior já registrada junto ao CREA. Deve-se informar o nome do profissional, registro e número da ART a qual esta será vinculada. (A ART a ser substituída deverá estar baixada pelo profissional anterior). Essa situação é possível somente quando o profissional responsável técnico pela obra ou serviço (que está em andamento) procede a baixa de sua ART por distrato de contrato, permitindo que um novo profissional o substitua nas atividades técnicas ainda não concluídas mediante elaboração de nova ART para essas atividades. Neste caso, a ART do novo profissional

deve informar o nome e o registro do profissional anterior e o número da ART que estão sendo substituídos, aos quais esta nova ART está vinculada. Esse procedimento aplica-se tanto a profissionais autônomos quanto a empregados de uma mesma empresa executora.

- **COMPLEMENTAÇÃO:** A complementação de ART ocorre quando da impossibilidade de codificar em um único formulário todas as atividades técnicas do objeto do contrato. Deve-se informar o número da ART a ser complementada. É um tipo de ART do mesmo profissional que, vinculada a uma ART inicial, complementa os dados anotados no caso em que o aditivo contratual ampliar o objeto, o valor do contrato ou a atividade técnica contratada ou prorrogar o prazo de execução. A ART deve informar o nome e o registro do profissional e o número da ART que está sendo complementada, aos quais esta nova ART está vinculada. Para facilitar a análise da ART, deve-se informar no campo "Resumo do Contrato" o motivo da complementação da ART anterior (vinculada).
- **SUBSTITUIÇÃO DE ART:** Quando esta ART substitui outra ART do mesmo responsável técnico. A substituição de ART ocorre quando houver necessidade de alterar qualquer informação da ART anterior. Deve-se informar o número da ART anterior a qual esta será vinculada. Alguns exemplos de casos possíveis de substituição:
 - a) Quando for firmado um novo contrato, em substituição ao contrato anterior, que modifica o objeto ou a atividade técnica contratada.
 - b) Quando houver a necessidade de corrigir dados que impliquem a modificação da caracterização do objeto ou da atividade técnica contratada.
 - c) Quando houver a necessidade de corrigir erro formal de preenchimento de ART.
- **NORMAL:** Tipo de ART anotada sem vinculação à outra ART previamente anotada e relativa ao mesmo contrato.
- **RENOVAÇÃO DE CONTRATO:** Tipo de ART do mesmo profissional que, vinculada a uma ART anteriormente anotada, renova o período de prestação dos serviços contratados. A renovação de contrato ocorre nos casos de ARTs de prestação de serviços rotineiros por prazo determinado (manutenção de elevadores, de sistemas de ar-condicionado, de equipamentos elétricos, inspeção de vasos sob pressão, conservação de estradas, limpeza pública), em que o prazo de término do contrato tenha findado e o contrato tenha sido renovado por novo período. Selecionando esta opção, a ART anterior (vinculada) será baixada por conclusão da obra/serviço na data de confirmação desta nova ART. A ART deve informar o nome e o registro do profissional e o número da ART que está renovada, aos quais esta nova ART está vinculada.
- **DISTRATO DE CONTRATO:** Tipo de ART do mesmo profissional que, vinculada a uma ART anteriormente cadastrada, anota somente as atividades técnicas e quantitativos por ele realizadas até o momento da rescisão (distrato)

no contrato celebrado entre o responsável técnico e o contratante. Esta opção deverá ser utilizada exclusivamente para a emissão de ART em substituição à outra ART que será baixada por distrato de contrato. Após o cadastramento da ART de Distrato de Contrato, o profissional deverá entregá-la junto com o requerimento de solicitação de baixa da ART anterior em uma das Unidades de Atendimento do CREA. A nova ART será baixada por conclusão e a anterior por distrato de contrato (Manual de Procedimentos de Anotação de Responsabilidade Técnica, 2015).

FIGURA 37 - TELA DO SISTEMA SARTWEB PARA PREENCHIMENTO DAS SEÇÕES "TIPO DE ANOTAÇÃO", "PARTICIPAÇÃO TÉCNICA" E "INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES"

FONTE: Disponível em: <<https://www.crea-sc.org.br/creanet/index.php>>. Acesso em: 30 nov. 2015.

FIGURA 38 - TELA DO SISTEMA SARTWEB COM DETALHAMENTO DA OPÇÃO "TIPO DE ANOTAÇÃO"

FONTE: Disponível em: <<https://www.crea-sc.org.br/creanet/index.php>>. Acesso em: 30 nov. 2015.

Na seção “Participação Técnica”, deve-se identificar o tipo da participação técnica:

- **COAUTORIA:** Quando existem outros profissionais responsáveis pela autoria dos serviços (projeto ou estudo) caracterizados nas atividades técnicas. É importante ressaltar que cada um dos coautores deve possuir atribuições para as atividades anotadas em coautoria.
- **CORRESPONSÁVEL:** Quando existem outros profissionais responsáveis pela execução de obra ou serviços caracterizados nas atividades técnicas. É importante ressaltar que cada um dos corresponsáveis deve possuir atribuições para as atividades anotadas em corresponsabilidade.
- **INDIVIDUAL:** Quando o profissional é o único responsável pelas atividades técnicas registradas.
- **EQUIPE:** Quando existe mais de um profissional responsável pela obra ou serviço. Classificação de participação técnica onde indica que diversas atividades técnicas complementares, objeto de contrato único, são desenvolvidas em conjunto por mais de um profissional e profissionais com atribuições distintas anotam uma obra ou serviço objeto de um contrato único. Cada profissional deve anotar as atividades pelas quais assume a responsabilidade técnica em compatibilidade com as suas atribuições. No caso de diversos contratos na mesma obra ou serviço (subempreitada e outros), não existe a vinculação de que trata este campo. As ARTs são diversas e específicas para cada um dos contratos.

Nas opções de COAUTOR, CORRESPONSÁVEL e EQUIPE deve-se informar nome do profissional, registro e número da ART a qual esta será vinculada. A respectiva ART, deverá estar devidamente registrada no CREA (Manual de Procedimentos de Anotação de Responsabilidade Técnica, 2015).

FIGURA 39 - TELA DO SISTEMA SARTWEB COM DETALHAMENTO DA OPÇÃO “PARTICIPAÇÃO TÉCNICA”

Participação Técnica ?

Código/Tipo.: Individual ▾ Vinculada a ART n°:

Dados Profissi Individual? (Ex: 0123456-7)

Registro: Coautoria

(Ex: 0123456-7) Coresponsável

Equipe

FONTE: Disponível em: <<https://www.crea-sc.org.br/creanet/index.php>>. Acesso em: 30 nov. 2015.

Na seção “Informações Complementares”, finaliza-se a ART com o preenchimento da Regularização (caso a ART regularize Auto de Infração, Aviso, ou qualquer outra correspondência emitida pelo CREA, deve-se informar o número do respectivo documento). Descrição complementar da Obra ou Serviço (Utilizada para especificar características relevantes da obra ou serviço, impossibilitadas de codificação no campo atividades, sendo que qualquer anotação neste campo constará no acervo técnico). Entidade de Classe, que identifica a entidade de classe que, conveniada no CREA estadual, está apta para a execução de ações voltadas para a verificação do exercício e das atividades profissionais ou ao aperfeiçoamento técnico e cultural dos profissionais habilitados no Sistema CONFEA/CREA (caso o profissional deseja informar a entidade de classe de sua preferência. Se não houver opção, assinale a alternativa "NENHUMA"). Local (informar o município e data onde está sendo firmado o contrato).

Após o preenchimento de todas estas informações, a Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) pode ser cadastrada e, caso o sistema CRENNet não identifique nenhuma incoerência, gera-se o boleto de pagamento com base nos valores descritos na ART. Após o pagamento deste boleto referente ao cadastro da ART, esta passa a ficar cadastrada no acervo técnico do profissional, na opção “em andamento” (durante o prazo vigente do contrato de trabalho) ou “concluída” (após o término da vigência do contrato de trabalho). (Manual de Procedimentos de Anotação de Responsabilidade Técnica, 2015).



O prazo de pagamento de uma ART é de 10 (dez) dias corridos após sua emissão, não havendo prorrogação. Caso ocorra atraso no pagamento, a emissão de nova ART será bloqueada. O desbloqueio se dará mediante o efetivo pagamento da ART que possui pagamento pendente. Após a aprovação da solicitação, automaticamente a ART será emitida através do CRENNet Profissional, assim como, o respectivo boleto para pagamento. O profissional ou a empresa serão informados através do *e-mail* cadastrado de que ambos (ART e boleto) estão disponíveis no sistema CRENNet Profissional. Após o preenchimento, em até 48 horas a ART deve ser conferida via *on-line* pelo sistema CRENNet.

FONTE: Disponível em: <<http://www.crea-sc.org.br/portal/index.php?cmd=guia-manuais-formularios-detalle&id=26>>. Acesso em: 30 nov. 2015.



A Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) é regulamentada pela Lei nº 6496/77, Resoluções nº 1025/09 e 1033/11 do CONFEA.



Classificação de ARTs no sistema CREANet (SARTWeb): ART preenchida: é aquela cujo formulário eletrônico foi preenchido na área do profissional ou da empresa contratada, mas aguarda cadastro no sistema do CREA. Constitui apenas rascunho eletrônico do formulário. ART cadastrada: é aquela cujo formulário eletrônico foi preenchido e enviado para o sistema do CREA, mas aguarda pagamento do valor correspondente. Constitui apenas conjunto de informações sem valor jurídico. ART registrada: é aquela cujo formulário eletrônico preenchido foi enviado para o sistema do CREA e cujo valor já foi quitado e identificado. Constitui conjunto de informações juridicamente válido e que passa a ser legalmente identificada como Anotação da Responsabilidade Técnica. ART impressa: é o formulário impresso contendo os dados eletronicamente preenchidos, o número da ART e a identificação da quitação do valor correspondente. A impressão da ART antes da efetivação de seu registro somente ocorrerá em modo rascunho.

FONTE: Disponível em: <http://www.creasp.org.br/arquivos/crea_inf/arquivos/art-livreto.pdf>. Acesso em> 30 nov. 2015.

3.1 SALÁRIO-MÍNIMO PROFISSIONAL

Os salários pagos aos engenheiros são relativamente bons. Para se ter uma ideia, nos Estados Unidos, cuja legislação é cumprida com rigor, o menor salário inicial dos engenheiros fica em volta dos 40.000 dólares anuais e a demanda por profissionais é abundante. A profissão de Engenharia está entre profissões com os melhores salários no Brasil, mas tipicamente é menor do que algumas profissões independentes, tais como médicos e advogados. Obviamente, alguns engenheiros empreendedores, que trabalham como autônomos ou criaram as suas próprias empresas, alcançam salários superiores.



No Brasil, o salário base mensal do engenheiro é de seis salários mínimos, de acordo com a legislação vigente do CONFEA.



As condições de *start-up* ou início de operação de plantas industriais é uma condição crítica, pois os engenheiros e projetistas devem acompanhar as primeiras horas de operação e ficar de prontidão para qualquer imprevisto.

4 ESTUDO PRÁTICO: COMO PREENCHER UM CONTRATO DE EXECUÇÃO DE SERVIÇOS?

O contrato de execução de atividade técnica em engenharia, escrito ou verbal, é utilizado como base para o preenchimento da Anotação de Responsabilidade Técnica (Lei nº 6496 de 07/12/77). De forma prática, o profissional habilitado deve relatar, de forma clara e objetiva, o tipo de serviço prestado. O sistema CREA Net possui um vasto rol de atividades com sua respectiva descrição e característica que auxiliam o profissional a escolher a opção mais adequada. No quadro a seguir, estão relatados os tipos de serviços especializados mais comuns constantes em contratos de trabalho.

QUADRO 9 - ATIVIDADES TÉCNICAS REFERENTES À ATRIBUIÇÃO DO PROFISSIONAL HABILITADO NO SISTEMA CONFEA/CREA PARA CONTRATOS DE EXECUÇÃO DE SERVIÇOS ESPECIALIZADOS

ATIVIDADE	DESCRIÇÃO
ANÁLISE	Atividade que envolve a determinação das partes constituintes de um todo, buscando conhecer sua natureza e/ou avaliar seus aspectos técnicos.
ANTEPROJETO	Atividade que envolve a materialização do esboço preliminar de um projeto.
ARBITRAMENTO	Atividade que envolve a tomada de decisão ou posição entre alternativas tecnicamente controversas ou que decorrem de aspectos subjetivos.
ASSESSORIA	Atividade que envolve o subsídio a quem efetivamente toma as decisões finais relativas à obra/serviço.
ASSISTÊNCIA	Atividade que envolve as decisões finais do profissional responsável por projetos, execuções, manutenções, instalações, condução, implantação, conservação, pesquisas com relação à obra ou serviço.
AUDITORIA	Atividade que envolve o exame analítico e pericial que segue o desenvolvimento das operações técnicas desde o início até a conclusão.

AVALIAÇÃO	Atividade que envolve a determinação técnica do valor qualitativo ou monetário de um bem, de um direito ou de um empreendimento.
CARGO/FUNÇÃO	Exercício de uma atividade profissional a partir ou formalizada por ato de nomeação, designação ou contrato de trabalho.
CONDUÇÃO	Atividade que consiste no comando e/ou chefia de equipe de trabalho de instalação, de montagem, de operação ou de manutenção, dentro do campo da respectiva especialização.
CONSERVAÇÃO	Atividade que envolve o conjunto de operações destinadas a dar aos usuários da obra as condições de conforto e segurança prevista no projeto.
CONTROLE	Atividade que envolve a fiscalização organizada de todas as etapas da obra/serviço/produção que vão se realizando, seja por meio das conferências imediatas, seja por meio de registros especiais.
CONTROLE DE QUALIDADE	Atividade que envolve o acompanhamento efetivo da produção e da verificação da conformidade do produto com as normas técnicas e com os projetos, através da interpretação de resultados de ensaios, quando necessários, visando a correção de eventuais desvios e o fornecimento à fiscalização de elementos para a aceitação ou rejeição.
CONSULTORIA	Atividade que envolve matéria específica em que o profissional, através de seus conhecimentos técnicos e de forma eventual, fornece parecer restrito ao objeto da consulta.
COORDENAÇÃO	Atividade que envolve decisões técnicas de uma obra/serviço, porém subordinadas a uma direção.
DA GESTÃO AMBIENTAL	Conjunto de atividades que englobam o gerenciamento da concepção, elaboração, projeto, execução, avaliação, implementação, aperfeiçoamento e manutenção de bens e serviços e de seus processos de obtenção.
DA MITIGAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS	É a implementação de medidas traçadas para reduzir os efeitos indesejáveis de uma determinada ação sobre o meio ambiente.
DEMOLIÇÃO	Atividade que implica em deitar por terra, destruir uma obra ou construção.
DESENHO TÉCNICO	Atividade que implica na apresentação de formas sobre uma superfície, por meio de linhas, pontos e manchas, com objetivo técnico.
DESMONTAGEM	Atividade que implica em desfazer o arranjo ou disposição ordenada de peças ou mecanismos em obras/serviços.
DETALHAMENTO	Atividade que implica na representação de formas sobre uma superfície, desenvolvendo o projeto de detalhes necessários à materialização de partes de um projeto, o qual já definiu as características gerais da obra ou serviço.

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL	Avaliação da área de influência de um determinado empreendimento, devendo conter a descrição dos fatores de influência direta e indireta do projeto, sujeitas a impactos ambientais negativos e positivos decorrentes das ações a serem realizadas, nas diferentes fases de planejamento, implantação e operação do empreendimento.
DIREÇÃO	Atividades que compreendem o acionamento de todas as decisões técnicas finais na obra ou serviço. É atividade usual de profissional diretor da empresa que conta com outros profissionais tanto de nível superior como de nível médio em quadro funcional.
DIVULGAÇÃO	Atividade de difundir, propagar ou publicar matéria técnica.
ELABORAÇÃO	Atividade que envolve a ação de compor, de organizar ou de produzir um trabalho ou obra técnica de natureza mais intelectual que material.
DO MONITORAMENTO AMBIENTAL	Medição repetitiva, descrita ou contínua, ou observação sistemática da qualidade ambiental.
DO ORDENAMENTO AMBIENTAL	É o processo de planejamento, formado por um conjunto de metas, diretrizes, ações e disposições coordenadas, destinado a organizar, em certo território, o uso dos recursos ambientais e outras atividades humanas, de modo a atender a objetivos políticos (ambientais, de desenvolvimento urbano, econômico etc.).
ENSAIO	Atividade que envolve o estudo ou a investigação sumária dos aspectos técnicos e/ou científicos de determinado assunto.
ENSINO	Atividade cuja finalidade consiste na transmissão de conhecimento de maneira formal.
ESPECIFICAÇÃO	Atividade que envolve a fixação das características, condições ou requisitos de materiais, equipamentos e técnicas de execução a serem empregadas em obra ou serviço técnico.
ESTUDO	Atividade que envolve simultaneamente o levantamento, a coleta, a observação, o tratamento e a análise de dados de natureza técnica, necessários à execução da obra ou serviço, ou o desenvolvimento de métodos ou processos de produção.
ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA	Atividade que envolve simultaneamente o levantamento, a coleta, a observação, o tratamento e a análise de dados de natureza técnica, necessários à execução da obra ou serviço, ou ao desenvolvimento de métodos ou processos de produção e viabilidade.
EXECUÇÃO	Atividade de materialização na obra do que é previsto nos projetos, e do que é decidido por si ou por outro profissional legalmente habilitado.

EXPERIMENTAÇÃO	Atividade que consiste em observar manifestações de um determinado fenômeno, sob condições previamente estabelecidas.
EXPLORAÇÃO	Consiste na aplicação de uma atividade, no sentido de examinar alguma coisa ou tirar vantagem ou proveito de um empreendimento para produção de riqueza de qualquer natureza.
EXTENSÃO	Atividade que envolve a transmissão de conhecimento técnico pela utilização de sistemas informais de aprendizado.
FABRICAÇÃO	Atividade que envolve a transformação de matérias-primas em produtos.
FISCALIZAÇÃO	Atividade que envolve o controle e a inspeção sistemática da obra ou serviço, com a finalidade de examinar se sua execução obedece às especificações e prazos estabelecidos e/ou ao projeto. Não se confunde, nem substitui a execução.
INSPEÇÃO	Atividade de verificação das condições de segurança do equipamento, instalações e edificações conforme previsto em norma.
INSTALAÇÃO	Atividade que implica em colocar ou dispor, convenientemente, peças, equipamentos e acessórios necessários à determinada obra ou serviço técnico.
LAUDO	Atividade que consiste em elaborar uma peça escrita, fundamentada, na qual o profissional expõe as observações e estudos efetuados, bem como as respectivas conclusões.
LEVANTAMENTO	Atividade que envolve a observação, a mensuração e/ou a quantificação de dados de natureza técnica necessários à execução de serviços técnicos ou obra.
LOCAÇÃO	Atividade que envolve marcação, por mensuração, do local a ser ocupado por uma obra, instalação ou equipamento.
MANUTENÇÃO	Atividade que implica em conservar obra, aparelhos, máquinas e/ou equipamentos em bom estado de uso e/ou operação.
MEMORIAL DESCRITIVO	É um documento em formato de texto que descreve dados de uma atividade técnica.
MENSURAÇÃO	Atividade que envolve a apuração de quantitativos de determinado fenômeno, produto, obras ou serviços técnicos num determinado período de tempo.
MONTAGEM	Atividade que implica no arranjo ou disposição ordenada de peças ou mecanismos de modo a compor um todo a funcionar.
NIVELAMENTO	Atividade que envolve a definição de níveis, por mensuração, por execução de obra ou elaboração de projeto.
OPERAÇÃO	Atividade que implica em fazer funcionar equipamentos ou mecanismos para produzir certos efeitos ou produtos.

ORÇAMENTO	Atividade que implica em avaliar e calcular os gastos para a realização de uma obra ou serviço.
ORIENTAÇÃO	Atividade que envolve um conjunto de processos traçando diretrizes para dirigir, encaminhar, guiar a obra ou serviço.
PADRONIZAÇÃO	Atividade que envolve a determinação ou o estabelecimento de características ou parâmetros, visando a uniformização de processos ou produtos.
PARECER	Atividade que implica em elaborar uma peça escrita, na qual contenha opinião fundamentada sobre determinado assunto, emitido por profissional habilitado.
PERÍCIA	Atividade que envolve a pesquisa, o exame, a verificação acerca da verdade ou da realidade de certos fatos que dependa da habilidade técnica e de conhecimento técnico.
PESQUISA	Atividade que envolve a investigação sistemática e metódica para elucidação ou o conhecimento dos aspectos técnicos e/ou científicos de determinado processo, fenômeno ou fato.
PLANEJAMENTO	Atividade que envolve a formulação sistematizada de um conjunto de decisões integrantes, expressa em objetivos e metas e que explicita os meios disponíveis e/ou necessários para alcançá-los, num dado prazo.
PREPARAÇÃO	Atividade inicial necessária que seja subsídio para outra atividade sequencial.
PRODUÇÃO	Atividade que envolve a fabricação e/ou produção de riquezas, extraídas da natureza ou trabalhadas industrialmente.
PRODUÇÃO TÉCNICA OU ESPECIALIZADA	Atividade que envolve o tratamento e/ou transformação de matéria-prima, através de processos técnicos, pelo manuseio ou a utilização de equipamentos, gerando produtos acabados, isoladamente ou em série.
PROJETO	Atividade necessária à materialização dos meios, através de princípios técnicos e científicos, visando à consecução de um objetivo ou meta, adequando-se aos recursos disponíveis e às alternativas que conduzem à viabilidade da decisão.
REFORMA	Atividade que implica em recuperar uma parte ou o todo de uma obra, alterando ou não algumas características da mesma.
REGULARIZAÇÃO	Atividade que implica na regularização dos trabalhos de engenharia, e agronomia, iniciados ou concluídos sem a participação efetiva de responsável técnico.
REMOÇÃO	Atividade que implica em deslocar materiais ou peças em obras/ serviços.
REPARO	Atividade que implica em restaurar ou consertar obras ou equipamentos sem modificar os planos ou a estrutura.
RESTAURAÇÃO	Atividade que implica na recuperação total da obra mantendo as características iniciais da mesma.

SUPERVISÃO	Atividade de acompanhar, analisar e avaliar, de plano superior, o desempenho dos responsáveis pela execução de programas, projetos ou serviços.
VISTORIA	Atividade que envolve a constatação de um fato, mediante exame circunstanciado e descrição minuciosa dos elementos que o constituem, sem a indagação das causas que o motivaram.

FONTE: Adaptado de Manual de Procedimentos de Anotação de responsabilidade Técnica – ART. Revisão 5. Disponível em: <www.crea-sc.org.br>. Acesso em: 25 mar. 2015.



A descrição destes termos facilita o entendimento entre as partes e esclarece dúvidas de interpretação na relação contratual de serviços especializados de Engenharia entre o cliente e o profissional.

4.1 COBRANÇA DE HONORÁRIOS

A cobrança de honorários para serviços especializados tem sido um desafio para diversas entidades de classe, associações e sindicato na busca da organização de uma tabela de honorários que atenda ao vasto mercado de atuação dos engenheiros e outros profissionais habilitados no sistema CONFEA/CREA. A regulamentação da cobrança de honorários tem o objetivo de disciplinar o relacionamento entre clientes e profissionais. Embora, na atualidade, a maioria dos profissionais mantenha relação de emprego, é considerável o número de engenheiros que preferem a atividade autônoma. Na busca de um aperfeiçoamento das regras para cobrança de honorários, muitas vezes o profissional se depara com modelos de grande complexidade e pouco aplicadas ao tipo de serviço atribuído ao profissional. Essa é, talvez, a razão da proliferação das tabelas que buscam adequar-se à realidade de cada região ou de cada especialidade, mas a custo de uma perda de abrangência nacional.

Depois de várias tentativas frustradas para conciliar, entre outros, dois itens aparentemente excludentes (a abrangência e a simplicidade), resolveu-se adotar o modelo de cobrança em função do custo do serviço. Como todas as obras e serviços de engenharia têm um custo, é possível estabelecer-se os honorários através de um percentual deste custo, e garantir a qualidade de abrangência da cobrança de honorários.

Como este percentual é variável, dependendo do tipo da obra ou serviço, existe uma faixa ampla de percentuais, no lugar de um valor fixo, de modo a permitir ao profissional uma adequação mais apropriada a cada caso, em um processo de negociação com o cliente. Fica assim assegurada a flexibilidade aliada à garantia de um valor mínimo.

Para atender situações em que o custo não possa ser orçado ou estimado, adotou-se a remuneração por Hora Técnica, com percentual também flexível, mas relacionado a um indicador intimamente ligado à engenharia.

O engajamento das entidades do Sistema CONFEA/CREA é importante nas fases de implantação, divulgação e fiscalização, através de convênios celebrados com órgãos governamentais e empresas privadas para que assumam e garantam a sua aplicação.

Um regulamento norteador para cobrança de honorários, disponibilizado pelo SENGE (Sindicato dos Engenheiros no Estado de Santa Catarina), pode ser utilizado como base para o cálculo destes valores. Alguns itens deste regulamento são apresentados a seguir:

Art. 1º Os Honorários Profissionais dos Serviços Técnicos de Projetos e/ou Execução de Obras serão fixados através de percentuais dos valores estimados ou efetivo das Obras e/ou Instalações.

§ 1º - O Percentual aplicado será definido em função do grau de complexidade do serviço e deverá se situar entre 10% e 20% do valor da Obra e/ou Instalação.

§ 2º - Os Honorários Profissionais a que se refere o Art. 1º serão desdobrados de acordo com as atividades, conforme abaixo:

Estudos e Projetos: 40%

Administração e Controle de Materiais: 20%

Direção, Assistência e Orientação técnica: 40%

§ 3º - Os serviços de Fiscalização e Consultoria das Obras equivalem em remuneração aos de Direção, Assistência e Orientação Técnica, sendo seus Honorários fixados em 40%.

Art. 2º - Os Honorários, quando calculados em função do valor total das Obras, podem ser expressos através dos percentuais a seguir:

Estudos e Projetos: 4 a 8%

Administração e Controle de Materiais: 2 a 4%

Direção, Assistência e Orientação técnica: 4 a 8%

Fiscalização e Consultoria: 4 a 8%

Art. 3º - Para trabalhos técnicos de perícias, avaliações, pareceres e outros, cujos honorários não possam ser calculados em função da Obra ou Serviço, ou mesmo por acerto entre as partes, o profissional será remunerado pelo tempo gasto para a elaboração do serviço, sendo o valor da Hora Técnica fixado entre 10% e 20% do CUB (Custo Unitário Básico da Construção Civil).

Parágrafo Primeiro: A remuneração mínima equivalerá a oito horas de serviço.

Art. 4º - As consultas serão cobradas à razão de uma (1) Hora Técnica por hora ou fração, sendo a remuneração mínima na obra equivalente a duas (2) Horas Técnicas.

Art. 5º - Quando houver deslocamentos fora do perímetro urbano, será cobrado o percurso realizado ao custo de 0,16% do CUB por quilômetro rodado.

Art. 9º - Para as reformas serão utilizados os valores deste regulamento acrescidos de 50%.

Art. 10 - No caso de desistência dos serviços contratados, serão cobrados todos os trabalhos já executados com uma sobretaxa de 100%, sendo que esse valor nunca será inferior a 20% do valor do contrato.

Art. 11 - Os pagamentos serão efetuados contra a apresentação da fatura de prestação de serviços. Os faturamentos serão efetuados da seguinte forma:

10 - 30% na autorização dos serviços.

40 - 80% na entrega do projeto.

10 - 30% na entrega da relação de materiais e especificações.

Parágrafo Único: O pagamento será efetuado à vista. Se houver atraso de pagamento, a fatura será reajustada por 1/30 da variação do CUB no mês imediatamente anterior por dia de atraso.

FONTE: Disponível em: <<http://www.senge-sc.org.br/v1/tabela-honorarios>>. Acesso em: 30 nov. 2015.



CUB (Custo Unitário Básico) é um indicador monetário que mostra o custo básico para a construção civil. Seu objetivo básico é disciplinar o mercado de incorporação imobiliária, servindo como parâmetro na determinação dos custos do setor da construção civil.



As informações detalhadas sobre regulamentos de cobrança de honorários podem ser consultadas nas páginas oficiais dos Conselhos Regionais de Engenharia e Agronomia, bem como em entidades de classe e sindicatos.

LEITURA COMPLEMENTAR

NOVO SARTWEB2 ENTRA NO AR DIA 06/10/2015 E TRAZ MAIS AGILIDADE NO PREENCHIMENTO DA ART

O CREA-SC disponibiliza, a partir de 06 de outubro de 2015, o novo SARTWeb – Sistema de Anotação de Responsabilidade Técnica via *web*, com uma nova interface e 100% refeito utilizando novas tecnologias, proporcionando mais agilidade, praticidade e segurança no preenchimento. O formulário é compatível com o modelo estabelecido pela Resolução nº 1025/09 e tem entre as principais mudanças um novo controle de atribuições profissionais. O sistema esteve em fase de testes de 4 a 11 de setembro, onde foi avaliado por diversos profissionais.

Algumas das principais novidades deste sistema são:

Preenchimento “passo a passo”, com ajuda relacionada e validação dos campos a cada etapa confirmada.

Gravação automática dos dados a cada passo confirmado, possibilitando parar e retomar o preenchimento a qualquer momento.

Rascunho de ART: Possibilidade de gerar até dez rascunhos de ART.

Novo controle de atribuições profissionais.

Aproveitamento dos dados das ARTs vinculadas resgatando algumas de suas informações.

O preenchimento será agilizado, saltando alguns passos, em tipos específicos de ART.

Disposição das atividades técnicas para qual o profissional possui atribuição.

Atividades técnicas em forma descritiva, podendo localizá-las pelo seu código ou descrição.

Tabela Pessoal: Ferramenta para armazenar dados dos proprietários e contratantes.

Busca de endereço por CEP: Os dados do endereço serão automaticamente carregados para o formulário.

Atualização Cadastral: Possibilidade de atualizar o endereço de correspondência durante o preenchimento.

Novo controle visual de sessão: tempo de inatividade no sistema.

Consulta de ARTs: Encontre com facilidade ARTs anteriores utilizando o novo sistema de busca.

Porcentagem restante até o final do preenchimento.

Validação e cálculo 100% automático: Não será mais necessário aguardar a correção manual.

Formulário de ART e boleto em formato PDF.

FONTE: Disponível em: <<http://www.crea-sc.org.br/portal/index.php?cmd=noticias-detalle&id=3558#.Vgg6d5ePOTM>>. Acesso em: 23 set. 2015.

RESUMO DO TÓPICO 3

Neste tópico de estudos, você aprendeu que:

- A Anotação de Responsabilidade Técnica é um instrumento que regulamenta atuação profissional do engenheiro.
- O sistema CREANet é uma ferramenta que auxilia o preenchimento da Anotação de Responsabilidade Técnica e torna o processo mais dinâmico e menos burocrático.
- Os passos necessários para preencher uma Anotação de Responsabilidade Técnica.
- As atividades técnicas dos profissionais habilitados no sistema CONFEA/ CREA devem ser compreendidas por todos na execução de um contrato de prestação de serviços especializados.
- O Salário Mínimo Profissional e a Cobrança de Honorários são temas que ainda não possuem um total esclarecimento no exercício da profissão.

AUTOATIVIDADE



- 1 O que é uma Anotação de Responsabilidade Técnica (ART)?
Descreva por que este documento é importante para o exercício profissional do engenheiro.
- 2 Consulte as atribuições do Engenheiro de Produção e descreva dois campos de trabalho que este profissional deve registrar ART para exercer sua atividade legalmente.
- 3 Considere um projeto de construção de uma Pequena Central Hidrelétrica (PCH) para geração de eletricidade. Após os estudos de viabilidade técnica e financeira, decide-se implantar a obra. Qual o tipo de ART a ser cadastrada para este tipo de empreendimento?

REFERÊNCIAS

ABEPRO. Disponível em: <<http://www.abepro.org.br/>>. Acesso em: 13 jun. 2015.

ARAÚJO, F. E. **Controle de ruídos em motores de indução trifásicos de médio e grande porte**. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, Florianópolis, SC, 2008. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/91621/258962.pdf?sequence=1>>. Acesso em: jul. 2015.

BATALHA, M. O. et al. **Introdução à Engenharia de Produção**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

BAZZO, Walter Antonio; PEREIRA, Luiz Teixeira do Vale. **Introdução à Engenharia** – conceitos, ferramentas e comportamentos. 2. ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 2011.

BAZZO, Walter Antonio; PEREIRA, Luiz Teixeira do Vale. **Introdução à Engenharia** – conceitos, ferramentas e comportamentos. 4. ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 2013.

BAZZO, W. A.; PEREIRA, L. T. V. **Introdução à Engenharia: Conceitos, ferramentas e comportamentos**. Florianópolis: Editora UFSC, 2006.

BAZZO, W. A.; PEREIRA, L. T. V. **Introdução à engenharia**. Conceitos, Ferramentas e Comportamentos. 6. ed. Florianópolis: Editora da UFSC. 2006.

BRASIL. Resolução nº 218, de 29/06/1973. Disponível em: <www.confea.org.br>. Acesso em: 28 jun. 2015.

_____. Resolução nº 336, de 27/10/1989. Disponível em: <www.confea.org.br>. Acesso em: 28 jun. 2015.

_____. Resolução nº 473, de 26/11/2002. Disponível em: <www.confea.org.br>. Acesso em: 28 jun. 2015.

_____. Lei nº 5.194, de 24/12/1966. Disponível em: <www.confea.org.br>. Acesso em: 28 jun. 2015.

_____. Lei nº 6.496, de 7/12/1977. Disponível em: <www.confea.org.br>. Acesso em: 28 jun. 2015.

_____. Resolução nº 1.062, de 29/12/2014. Disponível em: <www.confea.org.br>. Acesso em: 28 jun. 2015.

BRASIL ESCOLA. Disponível em: <<http://www.brasilecola.com/fisica/sistema-internacional-unidades-si.htm>>. Acesso em: 1º ago. 2015.

CLIVE, L. Dym; LITTLE, Patrick. **Introdução à Engenharia** – uma abordagem baseada em projeto. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

COCIAN, L. F. E. **Engenharia. Uma breve introdução**. Canoas: Universidade Luterana do Brasil, 2006.

Código de Ética Profissional. Sistema CONFEA/CREA. Disponível em: <www.confea.org.br>. Acesso em: 28 jun. 2015.

CONFEA. Conselho Federal de Engenharia e Agronomia. Mercado de Trabalho para o Engenheiro e Tecnólogo no Brasil, 2010. Disponível em: <http://www.techoje.com.br/boltools_techoje/files/arquivos/Mercado_de%20Trabalho_Engenheiro_Abr13.pdf>. Acesso em: nov. 2015.

CREA. Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia do Estado do Paraná. Responsabilidade Social do Engenheiro, do Arquiteto e do Engenheiro Agrônomo. Cadernos do CREA n. 6, 2008.

CREMASCO, M. A. **Vale a pena estudar engenharia química**. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2010.

CUNHA, G. **Um panorama atual da Engenharia de Produção**. 2004. Disponível em: <<http://www.abepro.org.br/arquivos/websites/1/PanoramaAtualEP4.pdf>>. Acesso em: dez. 2015.

ÇENGEL, Y. A. GHAJAR, A. J. **Transferência de calor e massa**. Uma abordagem prática. 4. ed. Porto Alegre: AMGH Editora Ltda., 2012.

Discover Engineering. Disponível em: <<http://www.discovere.org>>. Acesso em: 15 maio 2015.

HOLTZAPPLE, Mark Thomas; REECE, W. Dan. **Introdução à Engenharia**. Rio de Janeiro: LTC, 2014.

INMETRO. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/noticias/conteudo/sistema-internacional-unidades.pdf>>. Acesso em: 15 jul. 2015.

Manual de Procedimentos de Anotação de Responsabilidade Técnica – ART. Sistema CONFEA/CREA. Revisão 5. Disponível em: <www.crea-sc.org.br>. Acesso em: 25 mar. 2015.

Manual de Procedimentos para Verificação do Exercício Profissional. Sistema CONFEA/CREA-RO. 2014. Disponível em: <<http://www.crearo.org.br/ckfinder/files/MANUAL%20DE%20PROCEDIMENTO%20DE%20%20FISCALIZA%C3%87AO%20CREA%20RO.pdf>>. Acesso em: 28 nov. 2015.

NBR10067. Princípios gerais de representação em desenho técnico. Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), 1995.

NORMATIVOS. Disponível em: <<http://normativos.confea.org.br/ementas/visualiza.asp?idEmenta=25>>. Acesso em: 27 jun. 2015.

OIC. Observatório de Inovação e Competitividade. Tendências e Perspectivas da Engenharia no Brasil. Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo (IEA). São Paulo – SP, 2013. Disponível em: <<http://www.iea.usp.br/pesquisa/grupos/observatorio-inovacao-competitividade/publicacoes/online/engenhariadata-tendencias-e-perspectivas-da-engenharia-no-brasil-relatorio-2013/view>>. Acesso em: nov. 2015.

PASTORE, J. **Antônio Ermírio de Moraes**. Memórias de um diário confidencial. São Paulo: Planeta, 2013.

PORTAL MEC. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES112002.pdf>>. Acesso em: 30 jun. 2015.

