



CADERNO  
ESTUDO

INTRODUÇÃO  
À ENGENHARIA

AUTOR:  
JC BERNDSEN

**Ficha catalográfica elaborada na fonte pela Biblioteca da Faculdade Avantis**

**Aline M. d'Oliveira CRB 14 – 1063**

Berndsen, Julio Cesar  
B524i      Introdução à engenharia [caderno de estudo eletrônico] / Julio  
Cesar Berndsen. Balneário Camboriú: Faculdade Avantis, 2017.  
71p. il.

Inclui Índice  
ISBN: 978-85-66237-95-5 [recurso eletrônico]

1. Engenharia - Introdução. 2. Projeto – Engenharia.  
I. Faculdade Avantis. II. Título.

CDD 21ª ed.  
620- Engenharia

**CADERNO DE ESTUDO**

# INTRODUÇÃO À ENGENHARIA

**AUTOR: JC BERNDSEN**

**PROJETO GRÁFICO E DIAGRAMAÇÃO**

ANA LÚCIA DAL PIZZOL - [anadiagrama@gmail.com](mailto:anadiagrama@gmail.com)

# SUMÁRIO

<b>AUTOR</b> .....	<b>8</b>
<b>APRESENTAÇÃO</b> .....	<b>9</b>
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>10</b>
<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>11</b>
<b>1 A ENGENHARIA</b> .....	<b>11</b>
1.1 A ENGENHARIA E SUA HISTÓRIA .....	11
1.1.2 As primeiras Escolas de Engenharia no mundo.....	13
1.2 A ENGENHARIA NO BRASIL .....	13
1.3 O QUE É COMPETÊNCIA PROFISSIONAL?.....	14
1.4 AS FUNÇÕES DO ENGENHEIRO .....	15
1.4.1 De construção .....	16
1.5 ÁREAS DE ATUAÇÃO DO ENGENHEIRO .....	16
1.5.1 Engenharia Mecânica .....	16
1.5.2 Engenharia Civil.....	17
1.5.3 Engenharia de Controle e Automação .....	17
1.5.4 Engenharia Sanitarista e Ambiental.....	18
1.5.5 Engenharia de Produção.....	18
1.5.6 Engenharia Elétrica .....	18

# SUMÁRIO

1.6 PERFIL DO ENGENHEIRO .....	19
1.7 OS DESAFIOS DA ENGENHARIA NO BRASIL NO SÉCULO XXI .....	20
<b>CAPÍTULO 2 .....</b>	<b>23</b>
<b>2 OS ÓRGÃOS PROFISSIONAIS: SISTEMA CONFEA E CREA .....</b>	<b>23</b>
2.1 SISTEMA CONFEA - CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA .....	23
2.2 CREA - CONSELHOS REGIONAIS DE ENGENHARIA E AGRONOMIA .....	24
2.3 NORMAS TÉCNICAS DE ENGENHARIA .....	25
2.3.1 Objetivos das Normas Técnicas .....	26
2.4 NÍVEIS DE NORMALIZAÇÃO .....	27
2.5 COMO SÃO ELABORADAS AS NORMAS TÉCNICAS NO BRASIL? .....	29
2.6 COMO SÃO ELABORADAS AS NORMAS TÉCNICAS NA EUROPA? .....	30
2.7 COMO SÃO ELABORADAS AS NORMAS TÉCNICAS NA FRANÇA? .....	30
2.8 COMO SÃO ELABORADAS AS NORMAS TÉCNICAS NOS ESTADOS UNIDOS? .....	30
<b>CAPÍTULO 3 .....</b>	<b>32</b>
<b>3 O PROJETO .....</b>	<b>31</b>
3.1 O QUE É UM PROJETO? .....	32
3.1.1 Fases do projeto .....	32
3.1.1.1 Identificação de uma necessidade .....	33
3.1.1.2 Definição do Problema .....	33
3.1.1.3 Coleta de Dados .....	33
3.1.1.4 Concepção da Solução .....	34
3.1.1.5 Avaliação .....	34
3.1.1.6 Especificação da Solução Final .....	34
3.1.1.7 Comunicação do Projeto .....	35

# SUMÁRIO

3.2 ABORDAGENS DE PROBLEMAS EM ENGENHARIA (FATORES DE SUCESSO).....	35
<b>CAPÍTULO 4 .....</b>	<b>39</b>
<b>4 MODELAGEM .....</b>	<b>39</b>
4.1 O QUE SÃO MODELOS E O QUE É MODELAGEM? .....	39
4.2 TIPOS DE MODELOS .....	40
4.3 CASE EMBRAER .....	42
4.4 MODELAGENS POR COMPUTADOR .....	43
<b>CAPÍTULO 5 .....</b>	<b>47</b>
<b>5 SIMULAÇÃO .....</b>	<b>47</b>
5.1 O QUE É UMA SIMULAÇÃO? .....	47
5.1.1 Vantagens .....	48
5.2 TIPOS DE SIMULAÇÃO .....	48
5.2.1 Simulação Icônica .....	48
5.2.2 Túnel de Vento .....	49
5.2.3 Simulação analógica .....	49
5.3 O COMPUTADOR NA ENGENHARIA.....	51
5.4 SIMULAÇÕES COMPUTACIONAL .....	52
5.4.1 Vantagens .....	52
5.4.2 Situações que justificam a simulação .....	53
5.4.3 Conduzindo uma boa simulação .....	54
5.4.4 Importância da simulação .....	54

# SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>58</b>
6 OTIMIZAÇÕES .....	58
<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>63</b>
7 COMUNICAÇÃO .....	63
<b>CAPÍTULO 8</b> .....	<b>65</b>
8 CRIATIVIDADE .....	65
<b>CAPÍTULO 9</b> .....	<b>68</b>
9 CONSCIÊNCIA AMBIENTAL E SUSTENTABILIDADE .....	68
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>72</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>73</b>



## PROF. JC BERNDSEN

Doutorando em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) na área de Engenharia de Processo, Produto e Serviços. Mestre em Ciências Térmicas pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). Pós-graduado em Engenharia Econômica (UNIVALI) possui graduação em Engenharia Mecânica e é Professor universitário desde 2006 nos cursos de Engenharia Mecânica, Elétrica, Produção e Alimentos, nas áreas de Desenvolvimento de Produtos, Projetos Industriais, Gerenciamento, Manutenção, Sistemas da Qualidade e Produção. Recebeu o prêmio Nacional CISER de inovação (1º lugar) como professor orientador de um fixador inteligente. É membro do grupo de pesquisa da UFSC (GEPPS) no qual desenvolve pesquisas na Modelagem de Desenvolvimento de Produtos e Serviços.



# APRESENTAÇÃO

É com satisfação que a AVANTIS oferece a você esse caderno de INTRODUÇÃO À ENGENHARIA elemento de um conjunto de materiais de pesquisa destinados ao aprendizado dinâmico e autônomo que a educação a distância constitui. A finalidade deste caderno uma apresentação do conteúdo básico da disciplina. Para enriquecer o seu aprendizado, você ainda pode contar com a Biblioteca Virtual: [www.avantis.com.br](http://www.avantis.com.br) e a Biblioteca Central da Avantis, que fornecem acervo digital e impresso. Nesse conjunto, os recursos disponíveis oferecidos, tornam seu aprendizado eficiente e prazeroso, convergindo para uma ampliação completa de conhecimentos, na qual o conteúdo aprendido influencia diretamente em sua vida profissional e pessoal. Com a AVANTIS você tem disponibilidade de estudar a qualquer momento e em qualquer lugar!

Bons Estudos!

*Prof. JC Berndsen*

# INTRODUÇÃO

## **Qual a finalidade da existência da disciplina Introdução à Engenharia?**

- Para que os acadêmicos tenham de forma acessível informações que possibilitem descobrir-se com a profissão escolhida e imaginar-se nela;
- Integrar o acadêmico ao curso e à área de atuação do profissional de engenharia, a sua postura diante da sociedade;
- Estimular a criatividade do aluno tornando-o agente de seu aprendizado;
- Apresentar um introdutório à engenharia por meio de abordagem geral, desde a história, ferramentas, modelos, simulação e criatividade e aplicação de projetos.

## **Objetivos da disciplina**

- Apresentar ao acadêmico uma visão das habilidades, competências, associações, que orientam o exercício profissional bem como os campos de atuação;
- Situar a engenharia no Brasil e no mundo, destacando o papel social do profissional, as áreas de atuação e as atribuições profissionais;
- Introduzir a prática do ensino/aprendizagem como processo, no qual o aluno tenha informação ativa.

# CAPÍTULO 1

## 1 A ENGENHARIA

---

### O faz um engenheiro?

Para responder esta questão é necessário compreender o surgimento e a evolução de algumas técnicas e dispositivos desenvolvidos pelos seres humanos com o intuito de solucionar problemas reais no seu dia-a-dia. Aborda-se nesta unidade uma perspectiva de passado, presente e futuro da engenharia. Na perspectiva do “passado”, veremos as inquietações do ser humano em utilizar os recursos da natureza aumentando as técnicas para dar forma a objetos naturais e empregá-los para determinados fins, por exemplo: caçar e se defender de ataques de animais ferozes.

### 1.1 A ENGENHARIA E SUA HISTÓRIA

Os registros de utensílios, feitos a partir da pedra lascada devido à necessidade de desenvolver ferramentas para sobrevivência, datam aproximadamente 1.750.000 anos e com o passar do tempo foram sendo desenvolvidas novas técnicas. Entre elas a grandiosidade de obras como: as pirâmides, máquina a vapor, canalização do rio Nilo, entre outras. Aproximadamente por volta do ano 2.000 a.C. foi inventada a roda e as primeiras máquinas simples. Posteriormente houve outras várias melhorias, mas um marco importante surgiu com o Engenheiro. Gutenberg (1450) que melhorou e mecanizou a imprensa e isto serviu como divisor entre de duas Engenharias: a engenharia do passado e a moderna.

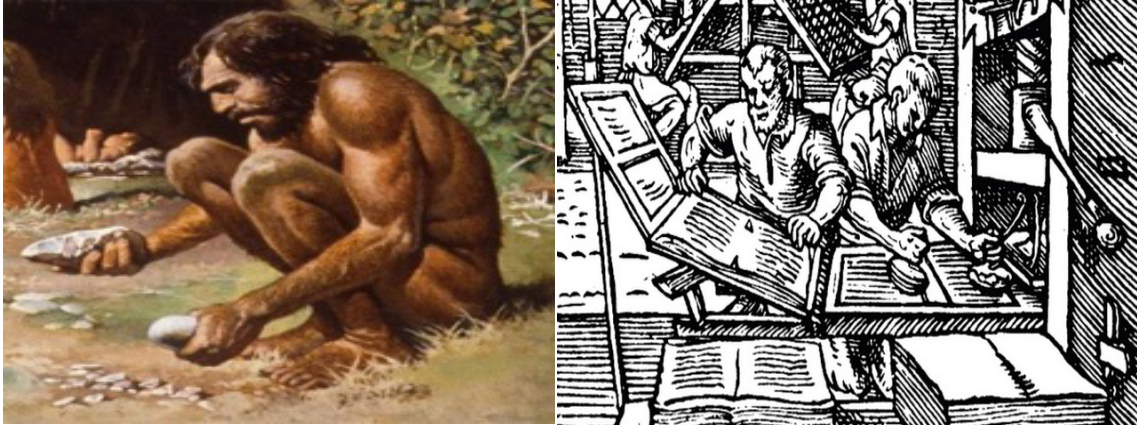


Figura 01: O homem primitivo e o início da imprensa  
Fonte: PRÉHISTORIA INFO, 2016

Na primeira fase, a que se refere ao passado é caracterizada como base empírica e de aperfeiçoamento. Já a Engenharia Moderna caracteriza-se pela aplicação generalizada dos conhecimentos científicos na solução de problemas. Outras contribuições estão no plano das comunicações, transporte e produção de água e energia, dentre outros. A partir de 400 anos atrás a engenharia considerada mais atual teve uma aceleração muito forte após a Revolução Industrial. Nos anos de 1638 foi elaborado um trabalho, por Galileu, considerado um marco da ciência moderna, no qual foi deduzido o valor da resistência à flexão de uma viga engastada numa extremidade e suportando um peso na sua extremidade livre. Evoluindo, em 1782, foi inserida a máquina a vapor na indústria da tecelagem e em 1832 foi fabricado o primeiro motor elétrico, mas seu uso somente foi usado na prática em 1871. A engenharia é uma atividade que é praticada desde as primeiras civilizações tendo se acelerado com o auxílio das atividades militares (primeiro curso de engenharia surgiu na França na época com Napoleão Bonaparte). As responsabilidades de um engenheiro naquela época eram: construção e funcionamento de engenhos para a guerra, beneficiamento e armazenamento de alimentos, construção e manutenção de estradas e pontes para facilitar a movimentação de tropas. Devido a outras atividades além das militares, como a construção de casas, equipamentos e outros, não havia distinção entre engenheiro militar e civil.

## 1.1.2 As primeiras Escolas de Engenharia no mundo

1506	Em Veneza primeira escola dedicada a engenheiros e artilheiros.
1747	Na França - primeira escola de Engenharia do mundo, a École des Ponts et Chaussées;
1854	Zurique a escola técnica mais importante, dos países de língua alemã;
1794	Foi criada a primeira escola de Engenharia dos EUA: a Academia Militar de West Point;
1865	Estados Unidos, Massachussets Institute of Technology (1865);
1905	Carnegie Institute of Technology
1919	California Institute of Technology (CIT).

Quadro 01: Escolas de Engenharia no Mundo

Fonte: Bazzo, 2016, W. A 2006

## 1.2 A ENGENHARIA NO BRASIL

No Brasil a maior manifestação de escolas de engenharia foi por meio das construções de igrejas, engenhos e fortificações.

1810	A primeira escola de Engenharia do Brasil foi fundada pelo príncipe regente (futuro Rei D. João VI)
1874	Criada a Escola Politécnica do Rio de Janeiro.
1876	Escola de Minas de Ouro Preto.
1893	Escola Politécnica de São Paulo.
.....	De lá para cá, existem mais de 300 cursos de engenharia no país e continuam crescendo.

Quadro 02: Escolas de Engenharia no Mundo

Fonte: Bazzo, 2016, W. A 2006

Em uma visão geral de 360° observa-se a importância dos engenheiros, pois quase tudo que está em nossa volta como o computador, o mouse, o celular, inclusive a energia elétrica, foi desenvolvido, projetado e executado por engenheiros. Ao longo dos tempos surgiram nomes notórios de engenheiros como Bin Laden, Gustavo Eiffel Boris Yeltsin, Henry Ford, Jimmy Carter,

Joseph Bombardier, Jacques Cousteau, Rudolf Diesel, Ferdinand Porsche, Alexander Graham Bell, Scott Adams, Edwin Armstrong, Thomas Edison, William Hewlett, David Packard, Nikola Tesla e muitos outros.

Pela definição do dicionário Aurélio (1988), engenharia é: “Aplicação de conhecimentos científicos e habilidades específicas à criação de estruturas, dispositivos e processos que se utilizam para converter recursos naturais em formas adequadas ao atendimento das necessidades humanas”.

Em outra visão Holtzapple e Reece (2006, p. 1) relata:

Engenheiros são indivíduos que combinam conhecimentos da ciência, da matemática e da economia para solucionar problemas técnicos com os quais a sociedade se depara. É o conhecimento prático que distingue os engenheiros dos cientistas, está na ênfase da praticidade. E segundo o engenheiro A. M. Wellington (1847 – 1895) que descreveu a engenharia como “a arte de fazer bem, com um dólar, o que outro pode fazer com dois.

### 1.3 O QUE É COMPETÊNCIA PROFISSIONAL?

São ações e operações mentais que associadas a saberes teóricos ou experimentais, proporcionam habilidades de saber como fazer. Segundo definição de Bazzo e Pereira (2008), dentro das competências técnicas legais as atribuições legais de um engenheiro são:

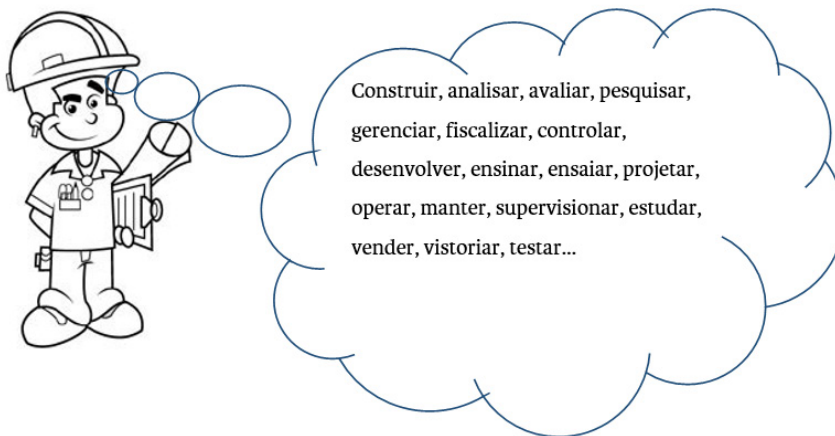


Figura 2: Competências do Engenheiro  
Fonte: o autor 2016

As competências em engenharia sugeridas pelo INEP/MEC (2007) são:

- a. Argumentação e poder de síntese associada ao domínio da língua portuguesa.
- b. Assimilação e aplicação de novos conhecimentos.
- c. Raciocínio espacial, lógico e matemático.
- d. Capacidade crítica de identificação e solução de problemas.
- e. Observação, interpretação e análise de dados e informações.
- f. Utilização do método científico e do conhecimento tecnológico na prática profissional.
- g. Leitura e interpretação de textos técnicos e científicos.
- h. Pesquisa, obtenção de resultados, análise e elaboração de conclusões, propor soluções para problemas de engenharia.
- i. Habilidade de liderar pessoas e trabalhar em equipe.
- j. Habilidade de comunicar em mais de uma língua

## 1.4 AS FUNÇÕES DO ENGENHEIRO

Os engenheiros, independente de suas especialidades, podem ser classificados pelas funções que desempenham, a saber:

- Pesquisadores
- De desenvolvimento
- De projeto
- De produção
- De teste
- Operacionais
- De vendas
- Gerentes
- Consultores
- Professores

### 1.4.1 De construção

O Engenheiro tem um forte raciocínio analítico e capacidade sistêmica de ponderar e integrar diversos elementos do ambiente de trabalho. Devido às competências explícitas tem sido solicitado a ocupar cargos até então destinadas aos administradores e economistas. As funções destinadas aos engenheiros podem ir desde as atividades de investigação científica (Pesquisa Básica e Aplicada) até as atividades de venda e consultoria. Contudo, de modo geral sua atuação como engenheiro recai em aplicar conhecimentos científicos na resolução de problemas.

A toda hora, em sua atividade profissional, estão às voltas com problemas e resolver problemas é uma atividade que sintetiza a importância da engenharia.

## 1.5 ÁREAS DE ATUAÇÃO DO ENGENHEIRO

As áreas de atuação do engenheiro são diversas. Estima-se que haja mais de 80 diferentes tipos de cursos de engenharia só no Brasil. Entretanto, neste material a ênfase será em apenas seis áreas de atuação:

- Mecânica;
- Civil;
- Controle e Automação;
- Ambiental;
- Produção.
- Elétrica.

### 1.5.1 Engenharia Mecânica

G Compete a este profissional: projetar motores, máquinas, instalações, veículos e outros



produtos pertinentes à área.

- G Determina os processos de fabricação e inspeciona a parte técnica da produção. Prepara e coordena atividades de manutenção, fabricação, montagem.

## 1.5.2 Engenharia Civil

- G O profissional responde por trabalhos relacionados a pontes, túneis, barragens, estradas, vias férreas, portos, canais, rios, diques, drenagem, irrigação, aeroportos, sistemas de transportes, abastecimento de água e saneamento.
- G Projeta e acompanha as várias etapas das obras. Estuda as características do solo, incidência do vento, finalidade da construção, materiais disponíveis e custos envolvidos.
- G Dimensiona e especifica estruturas, instalações elétricas, hidro sanitárias e de gás, cálculos de resistência dos materiais empregados, traça cronogramas físicos e financeiros, fiscaliza obras.

## 1.5.3 Engenharia de Controle e Automação

- G Além de garantir o padrão de produtos e processos produtivos assegura a redução dos custos industriais
- G Esse profissional é responsável pela comunicação entre os componentes mecânicos e eletrônicos de equipamentos e processos industriais. As máquinas robotizadas, os sistemas automáticos de segurança de residências, prédios e indústrias e os controles de iluminação e de alarme são alguns dos artigos que ele desenvolve.
- G Os profissionais dessa área cuidam do projeto, da implementação ou da manutenção de sistemas de controle e automação de processos industriais, hospitalares, residenciais.

### 1.5.4 Engenharia Sanitarista e Ambiental

- G Elabora, executa, projeta e mantém obras civis relativas às instalações de saneamento ambientais.
- G Especifica e prepara orçamentos de custo, recursos necessários, técnicas de execução e outros dados para assegurar a construção, funcionamento, manutenção e reparos dos sistemas de abastecimento de água e sistemas de esgotos.
- G Desempenha um importante papel de contribuir para melhoria da qualidade ambiental e para o desenvolvimento sustentado.
- G Competem trabalhos referentes à: controle de poluição, manejo de bacias hidrográficas, drenagem urbana e rural, higiene e conforto ambiental, bem como as obras civis relacionadas a este sistema.

### 1.5.5 Engenharia de Produção

- G É uma habilitação específica associada às engenharias tradicionais.
- G Busca a racionalização e otimização de processos, das matérias-primas, da energia consumida, bem como do pessoal disponível.
- G Gerencia recursos financeiros, humanos e materiais para aumentar a produtividade de uma empresa.
- G Consegue visualizar os problemas de forma global.

### 1.5.6 Engenharia Elétrica

- G Os engenheiros eletricitas e eletrônicos podem atuar em indústrias de material elétrico e eletrônico, automobilística, construção civil ou qualquer outra indústria que envolva

projeto, instalação e manutenção de instalações elétricas.

- G Sua habilitação envolve campos específicos como: eletricidade em geral, eletrônica de potência, telecomunicações, controle e automação.
- G Algumas atribuições: realizar pesquisas, elaborar projetos e prestar assessoramento em problemas que envolvam máquinas e equipamentos elétricos; projetos para construção, montagem ou manutenção de instalações, equipamentos em geral; projetos de sistemas de gerações, transmissão e distribuição de energia elétrica, entre outros.

## 1.6 PERFIL DO ENGENHEIRO

A cada dia novas habilidades e competências são exigidas, dentre elas destacam-se: a habilidade de liderar e trabalhar em equipes para resolver problemas e a habilidade de se comunicar em mais de uma língua. O profissional Engenheiro para maiores chances de sucesso deve procurar:

- a. Desenvolver ótimo embasamento científico e tecnológico;
- b. Ter uma Formação ampla (importante ter outros conhecimentos, como sobre idiomas, política, economia e até sobre outras áreas);
- c. Desenvolver a versatilidade (se tornar de fácil e rápida adaptação a diferentes tipos de trabalho, nas mais diversas situações);
- d. Ser autodidata.
- e. Desenvolver os seguintes tipos de inteligência: Inteligência Cognitiva (QI) que envolve capacidades como atenção, percepção, memória, raciocínio, obtendo assim conhecimento através da percepção; Inteligência Emocional (QE) e Inteligência Financeira (QF).

## 1.7 OS DESAFIOS DA ENGENHARIA NO BRASIL NO SÉCULO XXI

Diante de tanta inovação tecnológica e de mudanças cotidianas nos modos de fazer e de criar novas técnicas, como se coloca o engenheiro do século XXI?

Os engenheiros do passado tiveram papel importante para o desenvolvimento do país e, atualmente, isso continua a ser importante. Hoje o papel do engenheiro está diluído entre outras profissões, demonstrando a capacidade desses profissionais.

Ao longo do tempo várias instituições de engenharia foram criadas entre elas em 1810 a academia Real Militar, que substituiu a Real Academia de Artilharia, Fortificação e Desenho. Depois, ela tornou-se a Escola politécnica do Rio de Janeiro sendo posteriormente chamada de Escola Nacional de Engenharia. Hoje ela é a Escola de Politécnica da UFRJ. É importante que os dirigentes de instituições de ensino saibam o que estão pensando os outros setores da sociedade e daí a necessidade de promoverem ajustes necessários na formação do engenheiro. Só assim a engenharia pode contemplar as necessidades da nação neste momento.

É importante se discutir as questões da engenharia contemporânea para que isso gere frutos e riquezas para o país tais como a construção de submarinos e a o programa nuclear brasileiro.

Uma abordagem importante também é a área das telecomunicações e o papel dela no desenvolvimento tecnológico brasileiro e os desafios na área.

Um dos assuntos importantes é o comportamento dos estudantes e profissionais em formação, o poder do questionamento é inegável, não podemos nos formar na universidade com dúvidas e com medo.

O engenheiro necessita ter noção de proporção, de onde é possível chegar. A capacidade de mostrar que as coisas são viáveis e de dominar tecnologias deve ser um dos objetivos do engenheiro do século XXI.



## TEXTO COMPLEMENTAR

### O DESAFIO DE INOVAR E CRESCER

O Brasil protagonizou avanços sem precedentes, deixando a condição de país subdesenvolvido e dependente para despontar como protagonista no atual cenário político econômico internacional.

Do sonho do país do futuro para conquistas reais, produziu inovação no campo social e tecnológico, com soluções próprias que dão vigor ao rótulo de emergente e apontam um caminho de independência e soberania.

Esse desafio de ser um país independente foi o principal combustível para se transformar no Brasil da Inovação.

O gigante que se desenha foi vislumbrado e defendido por grandes brasileiros e popularizado por um austríaco fugido do nazismo, Stefan Zweig, como uma promessa vindoura de potência, o “país do futuro” décadas depois, hoje está quite com a dívida externa, autossuficiente em petróleo, pioneiro em biocombustível e galgou a sexta economia do mundo.

Esse Brasil já pode comemorar os avanços econômicos e sociais dos governos progressistas, mas a garantia do futuro promissor que se vislumbra olhando para as conquistas do presente traz mais desafios no caminho. Nenhum país pode se dizer desenvolvido sem independência tecnológica, sem justa distribuição de renda e dignidade social. Somada às particularidades geográficas, que por si só exigem soluções próprias, há que se enfrentar as mudanças climáticas que pedem processos mais eficientes e sustentáveis. Pulmão e celeiro do mundo, criador do pró-alcool e do biocombustível, agora já na segunda geração, o Brasil responde a estes desafios com pesquisas de ponta e desenvolvimento de soluções nesse cenário onde inovar se tornou a palavra-chave, seja no campo científico ou social. A exploração do petróleo, ainda a matriz energética mais importante do mundo, novamente é a ponta de lança que descortina um futuro promissor com o pré-sal, e cujos dividendos vão reforçar outra base de sustentação para qualquer nação que deseja ser desenvolvida- a educação.

No entanto, para que inovar sem o indispensável benefício coletivo? Cidades ligadas em rede pela democratização digital, projetos socialmente sustentáveis e inclusivos, produção de medicamentos de alta complexidade e menores custos, tecnologia espacial, mais e melhor produção de alimentos ou proteção do ciberespaço são alguns dos esforços que empurram o País ao desenvolvimento. Ao planejar o futuro, o principal desafio é continuar nos trilhos dos investimentos em áreas estratégicas, nos trilhos da inovação com tecnologias próprias, sem os quais a soberania e mais justiça social serão apenas um distante sonho inalcançável

Fonte: NABUCO, Anai. 2013.



## COLOCANDO O CONHECIMENTO EM PRÁTICA

- Liste três inovações tecnológicas as quais provocaram efeitos grandiosos na civilização justificando cada descrição.
- Elabore um questionário com, no máximo, 10 perguntas, para ser submetido a cinco engenheiros que atuam no mercado do trabalho. E submeta a pesquisa a um engenheiro.
- Pesquise em sites especializadas sobre o tema: Competências mais importantes para o engenheiro dentro do mercado atual de trabalho. Redija um texto de até duas páginas destacando cinco competências apontadas nesta pesquisa. Escreva a referência de sua pesquisa.
- Realize uma pesquisa individual sobre as grandes obras de engenharia que a sua cidade já recebeu desde a sua fundação. Enumere as mais importantes. Enumere agora três obras que você considera importante para o desenvolvimento da sua cidade.

## REFLEXÃO SOBRE A UNIDADE

1. Qual é a sua definição para a engenharia?
2. Quais seriam as possíveis funções a serem assumidas por um engenheiro em um banco?
3. O que o engenheiro tem a ver com o Programa de Aceleração do Crescimento brasileiro?
4. Quais são as funções mais desempenhadas por engenheiros recém-formados e engenheiros seniores?



## LEITURA SUGERIDA

Prezados acadêmicos a leitura faz parte do desenvolvimento da aprendizagem e é notório que ao longo dos séculos, o conhecimento vem se ampliando e consolidando-se. Portanto não deixe de expandir seus conhecimentos lendo o autor BAZZO, Walter Antônio; PEREIRA, Luiz Teixeira do Vale Pereira. Introdução à engenharia: conceitos, ferramentas e comportamentos. Florianópolis: Edufsc, 2006. Cap 4-5.

# CAPÍTULO 2

## **2 OS ÓRGÃOS PROFISSIONAIS: SISTEMA CONFEEA E CREA**

---

No ano de 2016 o Sistema CONFEEA/CREA e Mútua completou 83 anos de funcionamento. Quando da sua criação, em 1933, era formado pelo CONFEEA e pelos CREAS da época; hoje é um conjunto mais amplo de organizações autônomas e interdependentes, com finalidades próprias e que juntas têm a finalidade de promover melhorias na qualidade de vida, no bem-estar da sociedade e geração de riquezas para o país, por meio dos serviços técnicos prestados pelos profissionais de engenharia, agronomia, geologia, geografia, meteorologia, além de tecnólogos e técnicos dessas áreas. Este capítulo tem por objetivo retratar o surgimento do Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia e as funções do CREA (Conselhos Regionais de Engenharia, Arquitetura e Agronomia) bem como uma explanação sobre as Normas Técnicas da Engenharia.

### **2.1 SISTEMA CONFEEA - CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA**

O CONFEEA surgiu oficialmente com esse nome 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. Zela pelos seus interesses e em seus cadastros, o Sistema CONFEEA/CREA tem registrados cerca de um milhão de profissionais que respondem por fatia considerável do PIB brasileiro, e movimentam um mercado de trabalho cada vez mais acirrado.

O Conselho Federal é a instância máxima à qual um profissional pode recorrer referente ao exercício profissional.

No ano de 2013 o Sistema CONFEA/CREA completou 80 anos desde sua criação, em 1933, era formado pelo CONFEA e pelos CREAS da época; hoje é um conjunto mais amplo de organizações autônomas e interdependentes e com finalidades próprias. Na atualidade, o Sistema Profissional constituído por um Conselho Federal de Engenharia e Agronomia, órgão central do Sistema Profissional; 27 Conselhos Regionais de Engenharia e Agronomia; nove coordenadorias de câmaras especializadas dos CREAS, que auxiliam consultivamente o CONFEA e as câmaras especializadas.

Anualmente, em conformidade com sua missão, os CREAS recepcionam e inserem no mercado de trabalho milhares de egressos oriundos de cursos de graduação das profissões abrangidas pelo Sistema. Registrados e integrados a essas organizações e às suas centenas de afiliadas estão os profissionais que geram riquezas, ajudam o Brasil a crescer e promovem um melhor padrão de vida.

As atividades do CONFEA são dirigidas por um presidente, eleito pelo voto direto e secreto dos profissionais. Também há um conselho Diretor, o qual tem a finalidade de ajudar o Plenário na gestão da Casa; um Conselho de Avaliação e Articulação, que analisa preliminarmente a pauta de sessão plenária, visando à eficácia da condução dos trabalhos.

O Conselho Federal conta ainda com comissões permanentes e comissões especiais. As primeiras auxiliam o Plenário nas matérias de sua competência. As segundas atendem demandas exclusivas. Grupos mais específicos podem ser criados para estruturar temas específicos, com o objetivo de orientar os órgãos do CONFEA na solução de questões e na fixação de entendimentos.

## **2.2 CREA - CONSELHOS REGIONAIS DE ENGENHARIA E AGRONOMIA**

Os Conselhos Regionais de Engenharia e Agronomia (CREA) são entidades pertencentes à esfera estadual e constituem a manifestação regional do Conselho Federal de Engenharia e Agronomia (CONFEA), sendo responsáveis pela fiscalização do exercício das profissões da área tecnológica, a saber: engenharias em geral, agronomia, geologia, geografia (bacharelado), meteorologia, cursos superiores tecnológicos e cursos técnicos relacionados às áreas regulamentadas.

O CREA exerce o papel de primeira e segunda instância, verificando, orientando e fiscalizando o exercício profissional com a missão de defender a sociedade da prática ilegal das atividades abrangidas pelo sistema CONFEA/CREA, visando a ser reconhecido pelos profissionais do sistema e pela sociedade como instituição de excelência por sua atuação ágil, íntegra e eficiente, através



de competente atendimento aos profissionais e à sociedade, participação e comprometimento com os resultados organizacionais e de capacitação técnica. Como profissional, o engenheiro é obrigado a ter essa licença para atuar na área.

Para conseguir o registro, a pessoa deve se apresentar ao CREA de seu Estado (cada Estado possui um Conselho específico), munido dos seguintes documentos:

- a. Requerimento para Registro profissional – RRP (fornecido pelo CREA);
- b. Diploma ou certificado original e fotocópia legível (frente e verso), devidamente registrado no órgão competente designado pelo MEC (para profissionais de nível técnico de segundo grau, no verso do diploma deverá constar, em carimbo de registro, a data da publicação da lauda do Diário Oficial);
- c. Histórico Escolar contendo disciplinas, notas e respectivas cargas horárias (no caso de profissionais de nível técnico de segundo grau, o histórico escolar deverá, também conter as disciplinas do núcleo comum e profissionalizantes e respectivas cargas horárias);
- d. RG ou RNE e CPF, Título de Eleitor e prova de quitação com a Justiça Eleitoral (quando brasileiro), Certificado Militar, comprovante de Residência (fotocópias legíveis, frente e verso, apresentadas juntamente com os originais, ou cópias autenticadas);
- e. 02 (duas) fotografias atuais, de frente, em cores com fundo branco, nas dimensões 3x4 cm, sem data;
- f. Cartão de registro provisório vencido, se houver;
- g. Comprovante do pagamento da anuidade e taxas.

## 2.3 NORMAS TÉCNICAS DE ENGENHARIA

As normas técnicas existem para:

- a. Tornar o desenvolvimento, a fabricação e o fornecimento de produtos e serviços **mais eficientes, mais seguros e mais limpos**;
- b. **Facilitar o comércio** entre países tornando-o **mais justo**;
- c. Fornecer aos governos uma base técnica para **saúde, segurança e legislação ambiental**, e avaliação da conformidade;
- d. **Compartilhar** os avanços tecnológicos e a boa prática de gestão;
- e. Dissimilar a **inovação**;
- f. **Proteger os consumidores** e usuários em geral, de produtos e serviços;
- g. Tornar a vida mais simples provendo **soluções** para problemas comuns.

As normas asseguram as características desejáveis de produtos e serviços, como qualidade, segurança, confiabilidade, eficiência, intercambialidade, bem como respeito ambiental – e tudo isto a um custo econômico.

Quando os produtos e serviços atendem às nossas expectativas, tendemos a tomar isso como certo e a não ter consciência do papel das normas. Rapidamente, nos preocupamos quando produtos se mostram de má qualidade, não se encaixam, são incompatíveis com equipamentos que já temos, não são confiáveis ou são perigosos. Quando os produtos, sistemas, máquinas e dispositivos trabalham bem e com segurança, quase sempre é porque eles atendem às normas.

As normas têm uma enorme e positiva contribuição para a maioria dos aspectos de nossas vidas. Quando elas estão ausentes, logo notamos. Os documentos são a base para a garantia da qualidade, mas elaborá-los não é tão simples. As normas podem surgir de um processo público ou pela pressão de um setor produtivo e exige centenas de horas de trabalho.

### 2.3.1 Objetivos das Normas Técnicas

O objetivo da normalização é o estabelecimento de soluções, por consenso das partes interessadas, para assuntos que têm caráter repetitivo, tornando-se uma ferramenta poderosa na autodisciplina dos agentes ativos dos mercados, ao simplificar os assuntos, e evidenciando ao legislador se é necessária regulamentação específica em matérias não cobertas por normas.

Qualquer norma é considerada uma referência idônea do mercado a que se destina, sendo por isso usada em processos: de regulamentação, de acreditação, de certificação, de metrologia, de informação técnica, e nas relações comerciais Cliente – Fornecedor.

Conforme refere a figura abaixo entre os objetivos da normatização encontramos: segurança, proteção do produto, controle da variedade, proteção do meio ambiente, intercambialidade, eliminação de barreiras técnicas e comerciais, compatibilidade, comunicação, entre outros.



Figura 3:Objetivos da Normalização  
Fonte: ABNT 2016

## 2.4 NÍVEIS DE NORMALIZAÇÃO

O alcance geográfico, político ou econômico de envolvimento na normalização, que pode ser realizada no âmbito de:

- a) m país específico – denominada Normalização Nacional;
- b) uma única região geográfica, econômica ou política do mundo – denominada Normalização

Regional;

c) vários países do mundo – denominada Normalização Internacional.

De forma sistematizada a Normalização é executada por organismos que contam com a participação das partes interessadas no assunto objeto da normalização e que têm como principal função a elaboração, aprovação e divulgação de normas.

A figura 04 reflete os níveis da normalização, que costumam ser representados por uma pirâmide, iniciando em sua base a normalização empresarial, seguida da nacional e da regional, ficando no topo a normalização internacional.



Figura 4:Objetivos da Normatização  
Fonte: ABNT 2016

Esta pirâmide poderia conter outros níveis de normalização situados entre o empresarial e o nacional, que seriam:

a) o das Normas Setoriais ou de Associações, compostas por entidades de classe, representativas de setores produtivos, que são válidas para o conjunto de empresas a elas associadas. As normas do *American Petroleum Institute (API)* são um exemplo clássico.

b) o dos grupos de empresas que formam consórcios que elaboram normas para determinados empreendimentos.

**Nível internacional:** normas técnicas, de abrangência mundial, estabelecidas por um Organismo Internacional de Normalização. São reconhecidas pela Organização Mundial do Comércio (OMC) como a base para o comércio internacional. *Exemplo: International Organization*

*for Standardization (ISO)*

**Nível regional:** normas técnicas estabelecidas por um Organismo Regional de Normalização para aplicação em um conjunto de países (uma região, como a Europa ou o Mercosul). São denominadas Normas Regionais e aplicáveis ao conjunto de países representados no Organismo Regional. *Exemplo: Normas da Associação Mercosul de Normalização (AMN) ou Comitê Europeu de Normalização (CEN).*

**Nível nacional:** normas elaboradas pelas partes interessadas (governo, indústrias, consumidores e comunidade científica de um país) e emitidas por um Organismo Nacional de Normalização, reconhecido como autoridade para torná-las públicas. Aplicam-se ao mercado de um país e, frequentemente, são reconhecidas pelo seu ordenamento jurídico como a referência para as transações comerciais. Normalmente são voluntárias, isto é, cabe aos agentes econômicos decidirem se as usam ou não como referência técnica para uma transação. *Exemplo: Normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) ou Associação Alemã de Normas Técnicas (DIN).*

**Nível empresarial:** normas elaboradas por uma empresa ou grupo de empresas com a finalidade de orientar as compras, a fabricação, as vendas e outras operações. *Exemplo: Normas Petrobras ou procedimentos de gestão da qualidade.*

**Nível de associação:** normas desenvolvidas no âmbito de entidades associativas e técnicas para o uso de seus associados. Mas, também, chegam a ser utilizadas de forma mais ampla, podendo se tornar referências importantes no comércio em geral. *Exemplo: American Society for Testing and Materials (ASTM).*

## 2.5 COMO SÃO ELABORADAS AS NORMAS TÉCNICAS NO BRASIL?

A produção de normas técnicas no Brasil tem início quando a sociedade brasileira manifesta a necessidade de ter uma norma. Para isso, basta alguém apresentar uma solicitação formal à ABNT, que, no caso, é a única entidade que faz a gestão de todo o processo de normalização no Brasil, descrevendo a necessidade da existência da Norma Brasileira, listando as empresas, entidades e indivíduos que possam ter interesses na sua elaboração e aplicação.

Depois disso, o Comitê Brasileiro (ABNT/CB) ou Organismo de Normalização Setorial (ABNT/ONS) analisa o tema e inclui no seu Programa de Normalização Setorial. É criada, então, uma Comissão de Estudos, com a participação voluntária de diversos segmentos da sociedade, ou

incorporada esta demanda no plano de trabalho da Comissão de Estudos já existente e compatível com o escopo do tema solicitado.

Integradas voluntariamente por produtores, consumidores, pesquisadores e membros do Governo, as Comissões de Estudo analisam e debatem a proposta de um Projeto de Norma. Eventuais ensaios e testes são realizados nos laboratórios credenciados pelo INMETRO. Obtido o consenso, o Projeto de Norma é aprovado e submetido à Consulta Pública, após o que poderá atingir a condição de Norma Brasileira.

Mensalmente, a ABNT emite um edital, distribuído para associados e diversas organizações, com a relação de todos os projetos que se encontram em consulta pública. Esse edital também é publicado no Diário Oficial da União. Depois disso, a norma é finalmente impressa e comercializada.

## **2.6 COMO SÃO ELABORADAS AS NORMAS TÉCNICAS NA EUROPA?**

Como nos demais países, estas são inspiradas nos procedimentos internacionais e o processo é muito semelhante ao do Brasil por meio de entidades responsáveis por toda a gestão do processo de normalização voluntária e consensual. A exceção fica por conta dos países comunistas, onde as normas são determinadas pelo governo.

## **2.7 COMO SÃO ELABORADAS AS NORMAS TÉCNICAS NA FRANÇA?**

Na França, a entidade normalizadora é a AFNOR (*Association Française de Normalisation*), no Reino Unido é a BSI (*British Standards Institution*) e na Alemanha o instituto nacional de normalização é o DIN (*Deutsches Institut für Normung*). Fundada em 1917, atualmente a entidade alemã conta com pouco mais de 10 mil normas, porém, já chegou a ter quase 30 mil.

## **2.8 COMO SÃO ELABORADAS AS NORMAS TÉCNICAS NOS ESTADOS UNIDOS?**

Em território americano as coisas são um pouco diferentes e o sistema é mais pulverizado. A administração e coordenação da normalização voluntária e do sistema de avaliação de conformidade norte-americanos são responsabilidade da ANSI (*American National Standards Institute*). Porém, cada associação setorial tem a liberdade de produzir suas próprias normas, que depois recebem a chancela da ANSI. Isso significa que as normas são produzidas pela cadeia produtiva. Até o final de 2002, a entidade havia publicado mais de 11.500 normas.

### **Pessoal!**

Vimos a importância da utilização das normas e suas aplicações agora chegou o momento das atividades de auto estudo. Leia e resolva as atividades propostas abaixo.



#### **ATIVIDADE DE ESTUDOS**

1. Faça um breve relato referente as atividades do CREA na sua região;
2. Relacione quais normas técnicas são aplicadas na indústria automobilística;
3. Faça a leitura da quarta edição da Cartilha de Acessibilidade, lançada no Crea/SC.

## **3 O PROJETO**

---

# CAPÍTULO 3

Os Engenheiros identificam, formulam e solucionam problemas. No conceito da solução podem exigir a necessidade de novos produtos e processos. Mas para se chegar à solução é necessário ocorrer um conjunto ordenado de ações as quais são denominados de projeto. Na prática pode-se dizer que o “projeto é a essência da engenharia (BAZZO, 2006).

## 3.1 O QUE É UM PROJETO?

“Um esforço temporário, levado a efeito para criar um produto ou um serviço único” (ROZENFELD et al., 2006). São exemplos de projetos: construção de uma usina siderúrgica, um novo modelo de veículo, etc.

De acordo com Bazzo (2006), projeto pode ser definido como um conjunto de atividades que precede a execução de um produto, sistema, processo ou serviço. Durante o processo de projeto é competência do engenheiro transformar por meio de técnicas apropriadas e informações disponíveis um resultado que atenda às necessidades de todos os envolvidos.

### 3.1.1 Fases do projeto

São vários e diferentes os olhares dos autores quanto às fases de um projeto, mas de forma geral segue o seguinte fluxo:



- a. Identificação de uma necessidade;
- b. Definição do problema;
- c. Coleta de dados;
- d. Concepção da solução;
- e. Avaliação;
- f. Especificação da solução final;
- g. Comunicação do projeto.

### **3.1.1.1 Identificação de uma necessidade**

Geralmente o projeto inicia por alguma insatisfação com a situação atual. Algumas delas surgem a fim de reduzir custos, aumentar confiabilidade ou o desempenho de sistemas ou para satisfazer o desejo do público consumidor.

### **3.1.1.2 Definição do Problema**

O problema é mais específico que a identificação da necessidade, esta é mais genérica. Sua definição orienta a solução e daí a importância desta fase. É importante não confundir a solução do problema com o próprio problema – às vezes a solução não é um aperfeiçoamento da situação atual.

### **3.1.1.3 Coleta de Dados**

É uma fase crucial na execução de um projeto. As fontes de informações podem ser: referências

bibliográficas, formulações análogas, fabricantes, coleta de dados em campo, internet, banco de dados das empresas. É muito importante determinarmos o volume de informações necessárias, quais informações devem ser consideradas e quem detém a informação.

### **3.1.1.4 Concepção da Solução**

Após ter definido o problema e a coleta das informações para o projeto, o engenheiro deve se empenhar em buscar soluções através da formulação de modelos, descrição de processo, conhecimentos técnicos, especificação de componentes e configurações gerais de processo.

### **3.1.1.5 Avaliação**

Nesta fase, é feita uma análise completa que pode empregar cálculos detalhados até mesmo com a ajuda de computadores.

### **3.1.1.6 Especificação da Solução Final**

Neste momento, é feito um memorial descritivo sobre todos os detalhes estipulados e podem constar:

- a. Objetivos, funções e localizações das partes do projeto;
- b. Caracterização da solução final e das propriedades dos materiais especificados;
- c. Valores diversos previstos;
- d. Detalhes construtivos e operacionais;

- e. Desenhos dos sistemas e subsistemas.

### **3.1.1.7 Comunicação do Projeto**

Uma ideia, por melhor que seja se não é bem comunicada perde seu valor. A comunicação pode ser feita de várias formas. Um projeto de engenharia normalmente contém:

- a. Memorial descritivo;
- b. Memorial de cálculo;
- c. Lista de materiais;
- d. Cronograma;
- e. Orçamento do projeto;
- f. Informações gerais.

## **3.2 ABORDAGENS DE PROBLEMAS EM ENGENHARIA (FATORES DE SUCESSO)**

O erro mais comum do engenheiro inexperiente é partir para a solução antes mesmo de definir perfeitamente o problema a ser resolvido.

A definição clara do problema, usualmente, requer um estudo aprofundado da situação para determinar os elementos que se deseja conhecer e todos os parâmetros envolvidos devem ser analisados para que uma ideia geral do processo seja conhecida.

O não cumprimento destes requisitos pode comprometer sobremaneira o entendimento do problema e também a forma de solução. Apesar de algumas vezes ser confundido como a apresentação escrita, gráfica e esquemática dos resultados, na realidade constitui a abordagem completa de um problema de engenharia.

Porém, é certo que a ferramenta utilizada para buscar as informações disponíveis durante o

curso de engenharia deve auxiliar na solução de problemas de engenharia.



## LEITURA COMPLEMENTAR

Pessoal!

Um projeto surge em resposta a um problema concreto. Elaborar um projeto é contribuir para a solução de problemas, transformando ideias em ações. A organização do projeto em um documento nos auxilia a sistematizar o trabalho em etapas a serem cumpridas, compartilhar a imagem do que se quer alcançar, identificar as principais deficiências a superar e apontar possíveis falhas durante a execução das atividades previstas, já que é um processo participativo desde o começo, pois não se pode realizar soluções sem a participação de todos os envolvidos, o projeto se torna uma ferramenta de trabalho, um instrumento gerencial, um ponto de convergência de pessoas. Um bom projeto escrito tem que mostrar-se capaz de comunicar todas as informações necessárias. Na leitura sugerida, no Capítulo 4, o autor elucida em maiores detalhes a elaboração de um projeto na engenharia. Chegou a hora de ampliarmos ainda mais o conhecimento! Não esqueça de ler.

BAZZO, Walter Antônio; PEREIRA, Luiz Teixeira do Vale Pereira. **Introdução à engenharia: conceitos, ferramentas e comportamentos**. Florianópolis: Edufsc, 2006. Cap 04.



## AUTO ATIVIDADE

- Faça uma pesquisa na internet sobre o significado da palavra "projeto", anotando todas as suas fontes de consulta. Faça uma pesquisa também na biblioteca de sua faculdade. Por fim, estabeleça um conceito final para a palavra "projeto" em, no máximo três linhas.

- Identificar três projetos de produtos bem-sucedidos e três projetos de produtos mal sucedidos. O sucesso aqui deve ser definido como uma combinação de sucesso comercial, satisfação de clientes com o produto e inovação tecnológica propiciada pelo projeto produto. As razões para a escolha dos projetos bem e mal sucedidos devem ser apresentadas.

- O setor de impressão e geração de cópias (xerox) de uma determinada faculdade apresenta longas filas de espera que geram grande insatisfação na comunidade acadêmica. Elabore um projeto para analisar este problema, destacando as etapas e as atividades que seriam executadas pela equipe para solucionar esse problema.

- Escolha uma das fases do processo de projeto apresentado por Bazzo (2006) e redija um pequeno texto, de até uma página, destacando: a importância da fase; os cuidados necessários na execução das atividades desta fase; e as técnicas e ferramentas que podem ser utilizadas.

- Sem se orientar pelos conceitos sobre projeto, defina com suas palavras o significado de "projeto em engenharia". Redija o seu conceito em até cinco linhas explicando o quanto ele é importante para os engenheiros.

- Na sua visão, qual é a razão de se terem vários momentos de avaliação durante as fases do projeto? Somente um momento de avaliação na fase final não seria suficiente?

- Por que o domínio do conceito de projeto e das suas fases são tão importantes para o engenheiro?

- Diante dos futuros problemas acadêmicos, que cuidados você tomará antes de solucioná-los?

- Converse com algum amigo engenheiro e descubra quais projetos ele já desenvolveu ou está desenvolvendo neste momento. Pergunte também se ele conhece alguma metodologia (sequência de passos) para analisar e solucionar problemas, e se ele já viu algum projeto fracassar e por quais razões.

- Imagine-se na seguinte situação vivenciada por um engenheiro no final do século XX. Participar como membro de uma equipe de projeto de um novo produto formada por aproximadamente 1500 engenheiros de diferentes áreas (Mecânica, Elétrica, Automação e Controle, Químico, Aeronáutico, etc.) e de 8 diferentes países (Brasil, Japão, China, Inglaterra, Alemanha, dentre outros), durante um período de 2 anos e meio. O investimento destinado somente nas fases deste projeto foi de US\$ 850 milhões. Pense na complexidade de gerenciamento do prazo, dos custos de projeto e de garantir a qualidade do produto final. Você consegue imaginar as possíveis dificuldades de comunicação, de gerenciamento do orçamento do projeto e de atendimento às necessidades dos futuros clientes desse produto? Essa situação real de engenharia aconteceu na empresa brasileira EMBRAER durante o projeto da família de aeronaves ERJ-170/190. Antes mesmo do primeiro voo do protótipo, a Embraer já contabilizava mais de 110 pedidos em contrato de entrega e mais de 200 opções de compra. Sem dúvidas, este foi um dos projetos de engenharia mais bem-sucedido na história das empresas brasileiras! Quais práticas adotadas neste projeto poderiam explicar esse sucesso? Apresentar a resposta para essa pergunta é um dos objetivos desta unidade.

## REFLEXÃO SOBRE A UNIDADE

- 1. Você pode imaginar a sequência de passos que foi seguida pela EMBRAER durante a execução desse projeto?**
- 2. Quais conhecimentos científicos e fenômenos físicos estão associados ao projeto de uma aeronave qualquer?**
- 3. Que competências e conhecimentos são importantes para os engenheiros envolvidos num projeto desse tipo?**
- 4. Além do engenheiro, qual outro profissional cuja participação você julga importante num projeto dessa envergadura? Por quê?**
- 5. De que forma o engenheiro deve atuar num projeto de um produto?**

A elaboração de projetos é fundamental para os engenheiros mas a modelagem também é essencial ao desenvolvimento. No próximo capítulo passaremos a explorar o assunto modelagem. Boa Viagem ao conhecimento!

# CAPÍTULO 4

## 4 MODELAGEM

---

### 4.1 O QUE SÃO MODELOS E O QUE É MODELAGEM?

Na primeira unidade desta disciplina, observamos que o engenheiro foi descrito como um grande especialista na solução de problemas. Na segunda unidade, percebemos que o engenheiro soluciona problemas por meio de projetos de produtos, processos e sistemas. Neste processo de solução de problemas, um conjunto de fases de projeto foi vista como uma metodologia de trabalho. Uma fase crítica de extrema importância para a solução dos problemas é a fase de DEFINIÇÃO DO PROBLEMA. Nessa fase, a representação do problema na forma de um modelo propicia uma grande contribuição para a sua solução. Durante este planejamento, uma das principais tarefas do engenheiro é MODELAR!

Mas o que é um modelo? E quais são as contribuições de sua utilização? Qual é a relação entre engenheiros e os modelos?

Um modelo é uma representação simplificada da realidade ou de um problema a ser resolvido. Embora simplificado, ele é capaz de fazer uma representação suficientemente precisa dos aspectos essenciais do problema. Um modelo também pode ser definido como uma abstração ou uma aproximação que é usada para se entender e simular a realidade. Modelar nada mais é que representar o SFR (Sistema Físico Real), ou parte dele, em forma física ou simbólica.

A modelagem é a atividade executada pelos engenheiros para construir modelos. Ao construir maquetes e protótipos, ao fazer desenhos técnicos em duas ou três dimensões por meio de softwares computacionais, ao elaborar equações matemáticas que expliquem qualquer tipo de fenômeno, dizemos que o engenheiro está modelando. A habilidade de construir diferentes tipos de modelos será adquirida durante a condução de várias disciplinas do seu curso.

Além dos citados acima, são também exemplos de modelos utilizados pelos engenheiros: as fotografias, o esboço de uma planta industrial, a representação de um circuito elétrico, a representação de um sistema fluido-mecânico ou de algum trocador de calor, uma expressão matemática que explique um determinado comportamento ou uma equação química, os gráficos (bolha, barra, pizza, etc.), dentre outros.

## 4.2 TIPOS DE MODELOS

Tipos de modelos utilizados na engenharia e as suas contribuições para a compreensão da realidade e solução dos problemas.

**Modelo Icônico:** representa da forma mais real possível o SFR. Sua grande utilidade é a possibilidade de poder alterar o projeto com aperfeiçoamentos que melhorem a segurança de operação e manutenção, antes de construir o SFR.

**Modelo Diagramático:** um conjunto de linhas e símbolos representa a estrutura ou o comportamento do SFR. Entretanto, existe pouca semelhança física entre o modelo e o seu equivalente real. A vantagem de sua utilização é a facilidade de representação do SFR

**Modelo Matemático:** é uma idealização, onde são usadas técnicas de construção lógica. Fenômenos e variáveis do problema são descritos por elementos idealizados que representam as características essenciais da situação real, através de uma expressão matemática. Exemplos de modelos matemáticos: equação de Torricelli, Momento de Inércia, centro de massa, expressão geral da posição de um móvel em MRUV em função do tempo (s), dentre outros.

**Representação Gráfica:** constitui um útil auxílio à visualização, comunicação e previsão de projetos. Segmentos de retas ou cores representam uma propriedade, como a temperatura, pressão, velocidade, tempo; ou um fato, como o número de falhas por unidade de tempo, acréscimo populacional de uma cidade, dentre outros.

O motivo de se modelar é bem amplo, mas os benefícios gerados pela sua utilização são:

- Diminuir a possibilidade de se cometerem possíveis erros de projeto com baixos custos;
- Prever e avaliar as melhores soluções de projeto em termos de custo e qualidade,



economizando assim o tempo de solução;

- Simular o funcionamento e checar a segurança de uso, produto ou sistema;
- Facilitar a comunicação da equipe durante o projeto;
- Realizar um exame da situação de muitas variáveis, em um menor espaço de tempo, determinando seus efeitos no desempenho do sistema físico real;
- Avaliar os custos envolvidos no projeto;
- Utilizar o modelo como uma representação do produto final para aprovação do cliente;
- Gerar uma estimativa rápida de comportamento de um determinado fenômeno.

Em síntese. O engenheiro utiliza-se de modelos para analisar e entender melhor o problema que está sendo resolvido e, assim, aumentar as chances de sucesso. Quanto mais sofisticado e preciso é o modelo, maior tende a ser o seu custo de elaboração. Entretanto, é importante ressaltar que nenhum modelo é 100% preciso. Assim, o engenheiro deve ser capaz de avaliar a relevância e o grau de influência das diversas variáveis e simplificar uma determinada realidade de problema até que um determinado modelo criado consiga representá-lo satisfatoriamente.

Conforme vimos na unidade anterior, no início de um projeto, o engenheiro define o problema a ser solucionado e estabelece modelos que lhe permitam entender melhor a realidade a ser superada. Assim, modelamos alguma coisa para ter um melhor entendimento do problema que estamos resolvendo, ou para ter um melhor entendimento do produto, processo ou sistema que estamos desenvolvendo.

### 4.3 CASE EMBRAER



Figura 05: Hangar da Embraer  
Fonte Embraer 2016

Para projetar suas aeronaves e vendê-las às companhias aéreas ainda na fase de projeto, a EMBRAER faz uso do seu Centro de Realidade Virtual. Essa tecnologia de U\$2 milhões permite à empresa fazer o aperfeiçoamento de metodologias de execução rápida de arranjos de peças e componentes em três dimensões, assim como a visualização em tamanho real das aeronaves, incluindo a estrutura de componentes e simulações de fabricação e montagem.

Assim como a EMBRAER, empresas de diferentes setores necessitam de modelos para a garantia do sucesso de seus projetos e, conseqüentemente, seus negócios. São muitos os benefícios gerados pela sua utilização. Porém, uma das maiores vantagens do uso de modelos é o seu custo. Alterar um modelo é muito mais rápido e barato do que realizar manutenções estruturais e corretivas em sistemas já implantados que foram decorrentes de levantamentos, análises e projetos mal elaborados. Assim, a utilização de modelos é uma atividade cotidiana na profissão de engenharia. Seja atuando em processos de produção, estruturas, trocadores de calor ou sistemas de controle, dentre outros, o engenheiro tem a modelagem como uma importante ferramenta. Portanto, um modelo é uma representação simplificada da realidade ou de um problema a ser resolvido.

Embora simplificado, ele é uma representação suficientemente precisa dos aspectos essenciais do problema. Ou, se preferir, um modelo é uma abstração ou uma aproximação que é usada para se entender e simular a realidade. A modelagem é a atividade executada pelos engenheiros para construir modelos.

## 4.4 MODELAGENS POR COMPUTADOR

CAD/CAM: Sistemas integrados de produção visando à prototipagem rápida. O acrônimo CAD (*Computer Aided Design* – Projeto Assistido por Computador) foi utilizado pela primeira vez no início dos anos 60 pelo pesquisador do *Massachusetts Institute of Technology* (M.I.T) Ivan Sutherland. O termo CAD pode ser definido como o processo de projeto que se utiliza de técnicas gráficas computadorizadas, através da utilização de programas (software) de apoio, auxiliando na resolução dos problemas associados ao projeto.

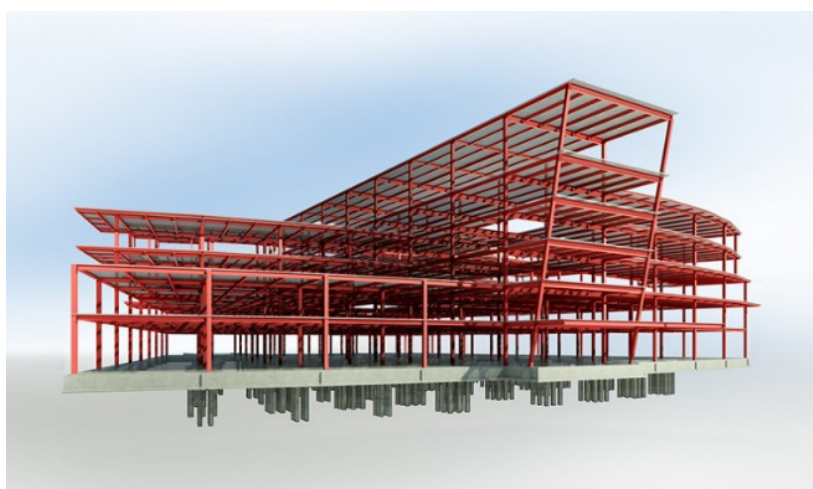


Figura 06: Estrutura De Um Edifício  
Fonte: Auto Desk, 2016

Por sua vez, a sigla CAM (*Computer Aided Manufacturing* – Fabricação Assistida por Computador) refere-se a todo e qualquer processo de fabricação controlado por computador. Sua origem remonta-se ao desenvolvimento das máquinas controladas numericamente (C.N.) no final dos anos 40 e início dos 50. Quando essas máquinas começaram a ser controladas por computador, no fim dos anos 50 e início dos 60, surgiu o termo C.N.C. Atualmente a sigla (CNC) engloba diversos processos automáticos de fabricação, tais como: fresamento, torneamento, oxicorte, corte a laser, entre outros.

Assim sendo, o termo CAM é empregado para todas essas disciplinas e para qualquer outra que possa surgir. A tecnologia CAD/CAM corresponde à integração das técnicas CAD e CAM num sistema único e completo.

Isso significa, por exemplo, que se pode projetar um componente qualquer na tela do computador e transmitir a informação por meio de interfaces de comunicação entre o computador e um sistema de fabricação, em que dito componente pode ser produzido automaticamente numa máquina CNC.

Podemos dizer que atualmente esse conceito de sistema integrado de projeto e fabricação assistido por computador corresponde à ideia de CIM (*Computer Integrated Manufacturing* – Fabricação Integrada por Computador), cuja base teve início na década passada com o propósito de aumentar a produtividade industrial. Por outro lado, deve-se ressaltar que a chave do processo produtivo reside na integração global através de uma Base de Dados que seja comum ao projeto e à fabricação. Sistemas CAD/CAM caracterizam-se por centralizar a execução de diversas atividades relacionadas ao processo produtivo, compreendendo desde o projeto mecânico (CAD) e análise estrutural (MEF), passando pela escolha adequada das máquinas e dos processos de manufatura e a consequente geração automática das trajetórias das máquinas CNC.

Para tanto, torna-se cada vez mais importante o domínio das técnicas computacionais e gerências envolvidas neste tipo de processo integrado de fabricação, assim como o treinamento dos profissionais envolvidos na área. Na atualidade, o êxito de um novo produto depende, não somente, da sua qualidade e funcionalidade, como também da rapidez com que é introduzido no mercado; neste aspecto a denominada Prototipagem Rápida vem ganhando um espaço considerável na solução desses problemas.

A adoção da tecnologia de Prototipagem Rápida permite, entre outros, o desenvolvimento de peças ou protótipos, pequenas séries, modelos ou moldes em tempos curtos e a custos razoáveis. A Prototipagem Rápida compreende um conjunto de tecnologias que permitem a produção rápida de uma peça tridimensional numa máquina especial. Basicamente, a concepção desse tipo de processo baseia-se na aplicação dos princípios da tecnologia CAD/CAM, em que um modelo sólido é desenvolvido e transferido eletronicamente desde a base de dados de um CAD para uma máquina de prototipagem, ou diretamente desde um sistema de fabricação assistido por computador (CAM). O modelo CAD poderá igualmente ser utilizado para visualizar o comportamento do modelo, num programa como os de modelagem por elementos finitos (FEM). Texto adaptado da página do Laboratório de Usinagem e Automação do Departamento de Engenharia Mecânica da UFM (LUA, 2016).



## LEITURA COMPLEMENTAR

Prezado acadêmico!

Um modelo é uma simplificação da realidade. Os modelos são construídos para compreender melhor o sistema que estamos desenvolvendo pois os modelos ajudam a visualizar o sistema como ele é ou como desejamos que seja, permitindo especificar a estrutura ou o comportamento de um sistema. A escolha dos modelos a serem criados tem profunda influência sobre a maneira como um determinado problema é atacado e como uma solução é definida. No capítulo abaixo BAZZO e PEREIRA tratam deste importante instrumento da engenharia. Não perca esta oportunidade!!!

BAZZO, Walter Antônio; PEREIRA, Luiz Teixeira do Vale Pereira. **Introdução à engenharia: conceitos, ferramentas e comportamentos**. Florianópolis: Edufsc, 2006



## TEXTO COMPLEMENTAR

### VOO SEM PILOTO REDUZ CUSTO

Técnicos do ITA (Instituto Tecnológico da Aeronáutica) apresentaram na Rio + 20 (Conferência das Nações sobre Desenvolvimento Sustentável), em 2012, um novo Sistema VANT (Veículo Aéreo não Tripulado) para inspeção de linhas de transmissão de energia elétrica.

O projeto é desenvolvido por meio de uma parceria entre o ITA e a Fundação Casimiro Montenegro Filho e a Embrear Companhia Hidroelétrica do São Francisco (Chesf) e o Centro de Estudos e Sistemas Avançados do Recife. Trata-se de uma aeronave não tripulada, com sistema aniónico que permite a aproximação da linha de transmissão (em um distanciamento de 50 metros) e a captação de imagens. Outra característica é a capacidade de comunicação com uma estação que fica no solo. Isso permite que o piloto humano acompanhe o voo por imagens geradas em câmara de pilotagem. As imagens captadas são transmitidas em tempo real. Do solo, o piloto humano pode corrigir a rota da aeronave, caso seja necessário.

Segundo a Eletrobrás, a tecnologia permite a redução em até dez vezes do custo desse tipo de monitoramento. Ainda de acordo com a empresa, as inspeções realizadas em aeronaves tripuladas têm custo elevado e estão sujeitas a acidentes.

A operação é visual, ou seja, a aeronave precisa de uma proximidade que garanta a operação com resolução adequada. Outro ponto é a velocidade, que precisa ser a menor possível para a operação ser realizada. A Eletrobras é uma empresa de capital aberto, controlada pelo governo federal. Atua nas áreas de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica.

Fonte: NABUCO, Anai.2013.



## AUTO ATIVIDADE

- Faça uma classificação dos modelos seguintes e explicando quais seriam os benefícios de sua utilização: fluxograma industrial, equação química, gráfico de barra, maquete, desenho técnico em duas dimensões, esquema representativo de uma caldeira industrial e um protótipo de uma caixa de embalagem.

- Com base no seu entendimento, escreva, com suas próprias palavras, um pequeno texto de até três linhas sobre o que é um modelo. Entre em contato com algum amigo engenheiro já formado e faça a ele a mesma pergunta. Estabeleça comparações entre o conceito visto na disciplina e o definido por você e o engenheiro formado.

- Faça uma pesquisa na internet sobre técnicas, ferramentas, equipamentos e dispositivos utilizados na engenharia para modelar problemas. Enumere situações ou problemas reais em que eles podem ser usados. Por meio de algum site de busca na internet faça uma pesquisa sobre o significado da palavra "modelo", anotando todas as suas fontes de consulta. Faça uma pesquisa também na biblioteca de sua faculdade.

Com um modelo pretende-se representar de forma mais próxima à realidade. Portanto vamos a Reflexão!!!!

## **REFLEXÃO SOBRE A UNIDADE**

**1 Qual o motivo de se utilizar modelos?**

**2 Por que os modelos são limitados?**

# CAPÍTULO 5

## 5 SIMULAÇÃO

---

### 5.1 O QUE É UMA SIMULAÇÃO?

- G É subsequente ao processo de modelagem.
- G É submeter modelos aos ensaios para observar como eles se comportam no processo de solução de problemas.
- G A simulação pode envolver protótipos – primeiros exemplares de um produto construídos para testes – ou modelos submetidos a ambientes físicos reais.
- G A simulação é uma ferramenta que permite a comparação de diferentes soluções (projetos), com redução nos custos, prazos e riscos.

Entre os vários usos da simulação é possível obter com a reprodução, em condições diferentes da realidade, do funcionamento de um determinado sistema. Permite ainda a comparação de diferentes soluções para determinado projeto sem incorrer despesas, demoras e riscos nos ensaios em verdadeiras grandezas, sob condições reais e a previsão de resultados na execução de uma determinada ação.

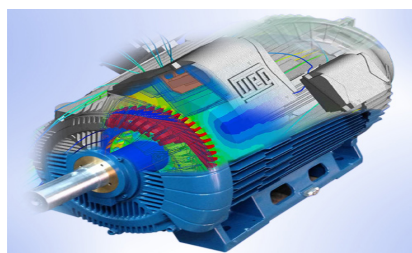


Figura 07: Simulação Computacional De Um Motor Elétrico  
Fonte: WEG, 2016

## 5.1.1 Vantagens

- G A minimização de riscos na tomada de decisão;
- G A identificação de problemas antes mesmo de suas ocorrências;
- G A eliminação de procedimentos em arranjos industriais que não agregam valor à produção;
- G A redução de custos com o emprego de recursos (energia, instalações, dentre outros);
- G A revelação da integridade e viabilidade de um projeto em termos técnicos e econômicos.

## 5.2 TIPOS DE SIMULAÇÃO

### 5.2.1 Simulação Icônica

Em primeiro lugar, vamos revisar os conceitos de **modelo icônico**. Modelo icônico é aquele que representa, da forma mais fiel possível, o sistema físico real (SFR). Sua característica básica é o alto grau de semelhança com o seu equivalente real. Tem como objetivo comunicar informações que permitam transmitir como era, é ou será o SFR.

Vantagem: possibilidade de aperfeiçoamentos que melhorem a segurança de operação e manutenção, ou definir de forma realística detalhes construtivos. Algumas características importantes desta simulação:

- a. Baseia-se em um modelo icônico, onde o SFR é representado através de modelos físicos *geralmente com dimensões diferentes dos reais* com o propósito de verificar como ele funcionará.
- b. Testes com protótipos ou modelos em condições controladas. Geralmente realizados em laboratório, analisando o comportamento dos materiais e de todo o sistema utilizado. Exemplo: ensaios em túnel de vento.



## 5.2.2 Túnel de Vento

É uma instalação que tem por objetivo simular e estudar o efeito do movimento de ar sobre ou ao redor de objetos sólidos. É muito utilizado em laboratórios (modelos físicos) para a determinação de parâmetros nos projetos de aviões, automóveis, cápsulas espaciais, edifícios, pontes, antenas e outras estruturas de construções civis. Podem ser feitos testes com o objetivo de otimizar as características aerodinâmicas e acústicas de um automóvel assim como os sistemas de climatização.

Também é usado na indústria aeronáutica, onde a aerodinâmica dos aviões em projeto é testada em túneis de vento por meio de pequenas maquetes que apresentam o mesmo formato do avião, ou seja, é o “modelo” do avião real.



Figura 08: Túnel Aerodinâmico  
Fonte: EMBRAER, 2016

## 5.2.3 Simulação analógica

Na simulação analógica compara-se algo não familiar ou de difícil manipulação, com outro familiar, ou de fácil manuseio. Faz-se um sistema se comportar de modo análogo a outro. Uma característica básica desta forma de simulação é a pouca semelhança existente entre os dois sistemas - o análogo e o real

Exemplos:

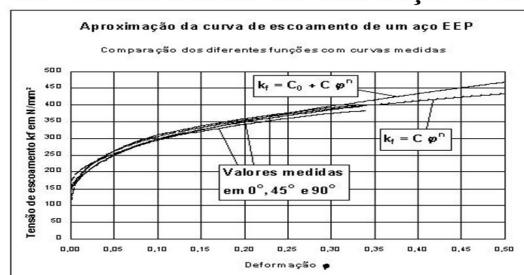
- 1) A água representando o ar passando pela asa do modelo de avião;
- 2) Um sinal de tensão elétrica pode representar a pressão do vapor em uma turbina;
- 3) Uma bolha de sabão pode fornecer informações sobre as tensões em um eixo em rotação.

## 5.2.4 Simulação Matemática

É um instrumento de previsão muito útil, onde as características essenciais dos elementos idealizados são descritas por símbolos matemáticos. Assim, distúrbios nas variáveis envolvidas nas equações simulam o comportamento do sistema representado.

Deve-se ter em mente que os SFRs são, em geral, complexos e que, criando um modelo matemático, simplifica-se o sistema a ponto de poder analisá-lo convenientemente e com mais facilidade.

### Aproximação matemática da Curva de Escoamento de um Aço EEP



© LdTM Dec. 2003

Dr.-Ing. R. Hennig

Simulação 7

Figura 09: Modelagem Matemática

Fonte: SBEM, 2016

Como apresentado na figura 09 o ambiente de aprendizagem da Modelagem Matemática acende espaço, no qual pode-se refletir sobre a resolução de problemas, através da Matemática, em que as estratégias da solução, o levantamento de hipóteses e as validações dos resultados alcançados estão intimamente ligados às ideias dos próprios alunos. A Modelagem Matemática, colocada como um espaço de investigação de questões da realidade que, não necessariamente,

estejam diretamente ligadas à Matemática, pode vir a suscitar um ambiente de aprendizagem sistêmica ao profissional.

### 5.3 O COMPUTADOR NA ENGENHARIA

Cada vez mais é fundamental o uso de computadores nas atividades de projeto dos engenheiros. Essa afirmação se torna mais forte na medida em que os produtos projetados pelos engenheiros estão cada vez mais complexos. Com a utilização do computador, um engenheiro pode modelar um sistema físico real com baixo custo e rapidez. Além disso, o computador permite a simulação de várias situações com diferentes formas de solicitação e geometria, com relativa simplicidade e maior flexibilidade, gerando respostas rápidas às necessidades do consumidor e o aumento de produtividade por parte das empresas. Veremos que são inúmeros os benefícios gerados pela simulação computadorizada, o que a torna uma das mais importantes formas de simulação.

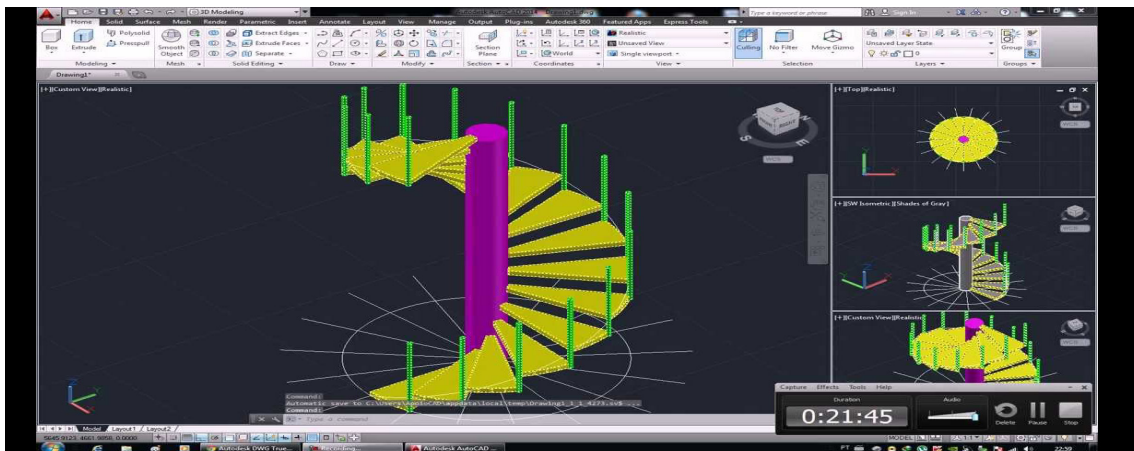


Figura 10: Uso de Computacional na Engenharia  
Fonte: Auto Desk 2016

No exemplo acima da figura 10 pode-se observar o desenho de uma escadaria em 3 dimensões que proporciona uma visão de como a mesma será construída facilitando a visualização e a solução de interferências antes mesmo de sua construção.

A introdução do computador no processo de projeto tem se revelado um excelente auxílio ao engenheiro, pois à medida que os produtos vão ficando mais complexos, a sua modelagem também

exige tratamentos mais detalhados. O projeto deixou de ser uma **atividade individual**, tornando-se um **trabalho de equipe**, exigindo a reunião de um grupo de **indivíduos especializados** na abordagem de problemas específicos.

## 5.4 SIMULAÇÕES COMPUTACIONAL

Uma simulação computacional permite a simulação de vários casos com diferentes formas de solicitação e geometria. Além de simples e flexível possui respostas rápidas às necessidades do consumidor e permite, quando bem elaborada, um aumento da produtividade das empresas.

### 5.4.1 Vantagens

- G Aumento da produtividade de projeto e da qualidade na confecção de desenhos;
- G Melhoria da qualidade e custo do produto final;
- G Melhoria na organização da documentação de projeto e otimização do **gerenciamento**.

A evolução da informática nos últimos anos tornou o computador um importante aliado da simulação.

A simulação por computador é usada nas mais diversas áreas, citando como exemplos as análises de previsão meteorológica, dimensionamento de processos produtivos, treinamento de estratégia para militares e pilotagem de veículos ou aviões. Mesmo o estudo aerodinâmico, antes feito por maquetes, hoje pode ser realizado pelo computador. Todas as mudanças e consequências, por mais profundas que sejam, ocorrerão apenas com o modelo computacional e não com o sistema real. Trata-se de um estudo de baixo custo, visto que todo o trabalho de implementação é testado no computador, permitindo ainda o teste de inúmeros cenários e alternativas de solução para o sistema em estudo.

Estas são apenas algumas das vantagens de um processo de simulação, que você será capaz de

executar durante o desenvolvimento de muitas das disciplinas do seu curso.

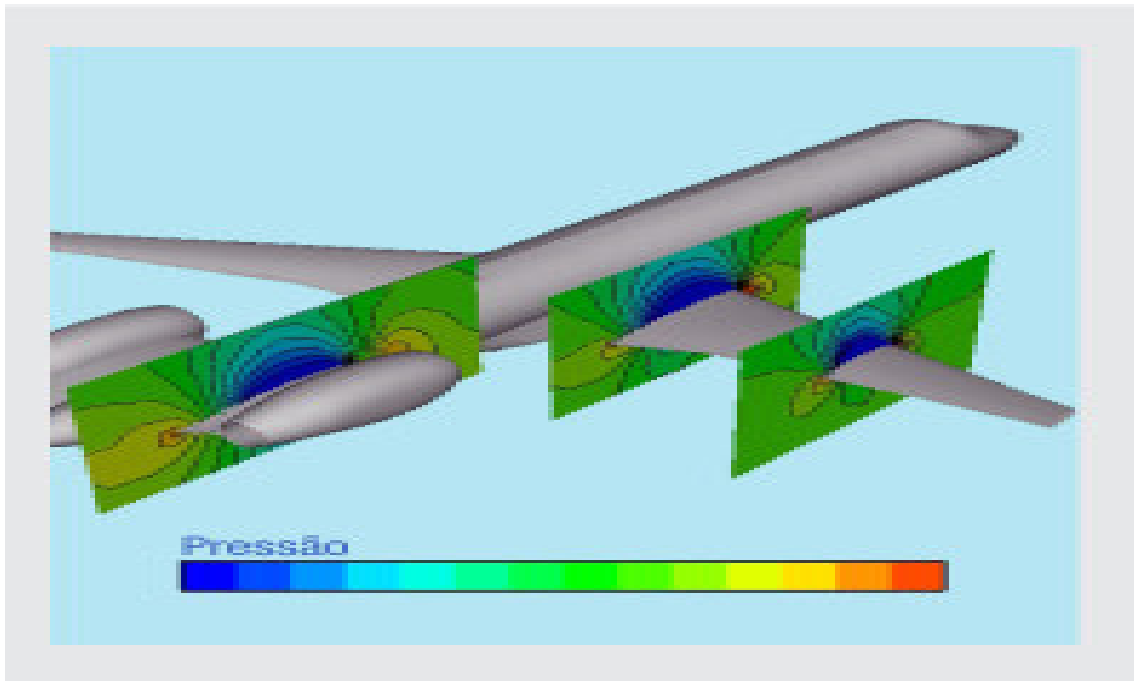


Figura 11: Simulação Aerodinâmica em Aeronave  
Fonte: Auto Desk 2016

A visão de aerodinâmica apresentada na figura 11 acima além de válida para uma aeronave também pode ser usada para um edifício com dimensões elevadas de altura em relação aos ventos ou até mesmo em sistemas aero geradores.

#### 5.4.2 Situações que justificam a simulação

1. No projeto de sistemas ainda não existentes, quando a construção de protótipos para a verificação da correção do projeto ou avaliação de propriedades tem custo muito elevado.
2. Para a compreensão e análise de sistemas existentes, avaliação de desempenho de sistemas de computação, quando não há modelos analíticos adequados.
3. Quando a experimentação com o sistema real é impossível. Por exemplo: construção de

centrais nucleares e lançamento de foguetes.

### 5.4.3 Conduzindo uma boa simulação

Algumas ações e cuidados por parte do engenheiro são importantes para se conduzir uma boa simulação, vejamos algumas delas:

- a. Formule o problema corretamente;
- b. Levante todas as informações a respeito do problema;
- c. Estude as metodologias de simulação;
- d. Obtenha informações consistentes sobre os procedimentos operacionais do sistema. Não se esqueça que os resultados são fortemente dependentes dos dados de entrada;
- e. Modele adequadamente os fenômenos aleatórios do sistema em estudo;
- f. Escolha o *software* mais adequado e utilize-o de forma correta;
- g. Estabeleça a validade e credibilidade do modelo utilizado;
- h. Utilize os procedimentos adequados para analisar os resultados gerados na simulação;
- i. Não se esqueça de que a simulação é imprecisa, pois trabalha sobre modelos, que são representações da realidade.

### 5.4.4 Importância da simulação

Simular é submeter modelos a ensaios, sob diversas condições, para observar como eles se comportam. Podemos simular desde os primeiros protótipos de um projeto a simples modelos matemáticos. Com a simulação, consegue-se a reprodução, em condições diferentes das situações reais, do funcionamento de um determinado sistema.

A ideia é comparar diferentes soluções para o projeto sem incorrer em despesas, riscos e atrasos. Com o uso da simulação, é possível obter:

- G Previsão de resultados na execução de uma determinada ação;
- G Minimização de riscos na tomada de decisão;
- G Identificação de problemas antes mesmo de sua ocorrência;
- G Eliminação de procedimentos em arranjos industriais que não agregam valor à produção;
- G Redução de custos com o emprego de recursos (mão-de-obra, energia, água e estrutura física)
- G Revelação da integridade e viabilidade de um projeto em termos técnicos e econômicos.



### LEITURA COMPLEMENTAR

A **simulação** é o processo de modelagem de sistemas via um modelo lógico-matemático no qual são conduzidos experimentos que permitem fazer inferências sobre tal sistema. Em outras palavras, simulação é a construção de modelos computacionais que imitam processos ou operações do mundo real.

Em algumas situações a simulação não consiste somente em construir o modelo, mas também analisar seu comportamento, fazer conclusões sobre o mesmo e usar tais informações para prever comportamentos futuros. No livro abaixo, o autor aprofunda estas questões. Não perca esta oportunidade!!

BAZZO, Walter Antônio; PEREIRA, Luiz Teixeira do Vale Pereira. **Introdução à engenharia: conceitos, ferramentas e comportamentos**. Florianópolis: Edufsc, 2006



## AUTO ATIVIDADE

- Faça uma visita ao site da empresa brasileira de aviação, a Embraer, para visualizar os benefícios desta técnica de engenharia. Na simulação computacional, o computador efetua os cálculos necessários para a interação do ambiente virtual com o objeto em estudo e apresenta os resultados do experimento no formato desejado pelo analista. A simulação de processos permite que se faça uma análise do sistema em questão sem a necessidade de interferir nele.

- Procure identificar o maior número possível de técnicas e softwares utilizados na atividade de simulação. Não se esqueça de que a SIMULAÇÃO agiliza o processo de solução de problemas.

- Elabore uma pesquisa nos computadores do laboratório informática da faculdade ou nos livros da biblioteca sobre simulação analógica. Identifique pelo menos três exemplos em que esse tipo de simulação é de grande utilidade. Apresente as razões para cada um dos exemplos.

- A construção de modelos é fundamental na busca de soluções para um problema. Procure estabelecer uma correlação entre a confecção do modelo e o seu emprego num processo de simulação. Aponte também as limitações desse processo e possíveis ações para minimizar as limitações.

- Sem se orientar pelos conceitos sobre simulação apresentados, defina com suas palavras o significado de "simulação". Redija o seu conceito em até cinco linhas explicando o quanto esse conceito é importante para os engenheiros.

- Nas primeiras unidades desta disciplina, foi dito que o engenheiro é um grande solucionador de problemas. Explique como o processo de simulação, executado pelo engenheiro, insere-se no processo de solução de problemas.

- Procure exemplos de produtos, processos e situações no dia-a-dia em que podemos visualizar o conceito de simulação, na perspectiva da engenharia. Exemplos: simulador de voo para pilotos de avião; simulador do tempo de espera na fila das Lojas Americanas, sites onde você pode simular aplicações financeiras em bolsas de valores,

A simulação de projeto ajuda os fabricantes a legitimar e verificar a função almejada de um produto em desenvolvimento, bem como a capacidade de manufatura do produto. Ao longo dos anos, várias abordagens de simulação de projeto tornaram-se elementos padrão de desenvolvimento de produtos em muitos setores e continuam a expandir em importância, como computadores econômicos, mais rápidos, e software de simulação de projeto, acessíveis e fáceis de usar admitem aos usuários tratar de novas tecnologias e aplicativos. Portanto vamos as reflexões



## **REFLEXÃO SOBRE A UNIDADE**

- 1. Quais são as vantagens obtidas pela simulação?**
- 2. Descreva as simulações mais importantes e exemplifique.**
- 3. Quando utilizar uma simulação e como conduzir?**

# CAPÍTULO 6

## 6 OTIMIZAÇÕES

---

Não basta apenas solucionar um problema. É necessário certificar que a solução adotada é a melhor possível. Nesta busca incessante por melhorias são utilizadas várias ferramentas para a melhoria do rendimento e eficiência de sistemas. O processo de busca pela melhor solução não está presente somente nos problemas de engenharia, podendo ser facilmente identificado em muitas situações práticas do dia-a-dia das pessoas.

Vejamos alguns exemplos que ilustram exemplos simplificados de otimização:

- G Banho diário - ajustamos a regulagem da torneira do chuveiro até chegar a um valor ótimo de temperatura;
- G Foco de um projetor - quando um professor ajusta a regulagem da lente do projetor, ele executa um procedimento de giro em sentido horário e anti-horário da lente até que a imagem gerada no quadro seja a melhor para todos os presentes em sala de aula;
- G Trânsito ruim - quando retomamos para casa e encontramos o trânsito ruim, procuramos um melhor caminho ou uma melhor pista para chegarmos o mais rápido possível;

No dia a dia sempre se está buscando otimizar, seja o tempo, o dinheiro, a performance física etc. Este desafio também está presente na indústria, já que se deseja otimizar produtos ou processos com o intuito de reduzir tempos de desenvolvimento, melhorar a eficiência e/ou minimizar custos de fabricação.

Portanto, a otimização é apresentada como um processo que consiste na busca racional do melhor dentre todos os valores possíveis para dadas variáveis, em função de um determinado

objetivo e das limitações (ou restrições) existentes. O “ótimo” deve ser entendido como a busca do melhor possível, de acordo com as limitações do modelo, dos recursos materiais e da técnica empregada.

A busca do “ótimo” pode ser obtida de duas formas distintas:

- a) por modelos otimizantes que determinam diretamente a condição ótima;
- b) por modelos de entrada-saída.

Neste caso, as variáveis do sistema são substituídas por valores numéricos apropriados (entradas) e determina-se o valor de uma variável que é dependente das demais – saída.

Essa necessidade da otimização em engenharia é evidenciada tanto no design de um novo produto quanto na modificação do projeto de um produto existente. Realizar essa tarefa não é simples principalmente devido à grande quantidade de opções que o projetista possui à disposição. Mas qual delas escolher?



Figura 12:  
Fonte: o autor 2016

A abordagem tradicionalmente adotada em vários setores da indústria emprega a metodologia de tentativa e erro. Este procedimento escolhe novas configurações com

base principalmente na experiência do profissional. Porém, muitas vezes, não é óbvia a escolha de um novo design, pois se trabalha com objetivos conflitantes, como por exemplo, reduzir a massa e aumentar a durabilidade simultaneamente. Assim, geralmente se obtém produtos ou processos satisfatórios, mas não ótimos.

Com o objetivo de desenvolver produtos cada vez melhores e com menores custos, os profissionais apostam na metodologia de otimização que é utilizada para tornar o processo de busca de melhorias mais preciso, pois emprega um método científico de busca mais rápido, por ser automatizado. Na literatura existem uma variedade de algoritmos de otimização, tais como os métodos baseados em derivada, métodos heurísticos, como o Simplex, e métodos evolutivos, como os algoritmos genéticos. A escolha por um desses métodos depende do tipo de variáveis do projeto e do tempo disponível para a otimização.

Para começar a aplicar a metodologia de otimização em engenharia é preciso definir os elementos básicos: variáveis de entrada, funções objetivo e restrições. As variáveis de entrada são os **parâmetros do projeto** que se tem liberdade para modificar, por exemplo, variáveis geométricas (espessura, largura, raios de curvatura, etc.); variáveis de operação (velocidade de entrada, carregamento, temperatura, etc.); e outras como materiais, trajetórias etc.

As **funções objetivo** representam as metas do projeto, ou seja, minimizar ou maximizar variáveis como eficiência, custos, tensões, perda de carga, atrito, troca térmica, etc. Essas funções são as forças motrizes da otimização que podem ser uma ou mais. Finalmente as restrições são os requisitos que devem ser cumpridos pelos novos *designs*. Podem ser exigências provenientes de normas, de viabilidade, de fabricação.

Após a **modelagem de otimização** citada acima é necessário definir como serão calculadas as variáveis de saída (funções objetivo e restrições). A forma mais simples seria contar com uma expressão analítica em função das variáveis de entrada. Nos problemas práticos geralmente não é possível ter esta expressão, assim as variáveis de saída precisam ser calculadas numericamente, por meio de rotinas computacionais ou softwares específicos que simulem os fenômenos físicos do projeto, ou experimentalmente.

Chama-se de **funções caixa preta** a qualquer uma das ferramentas que dados valores das variáveis de entrada, calcula os valores das variáveis de saída. Assim a otimização, guiada pelo algoritmo de otimização, vai realizar um *looping* na caixa preta mudando as variáveis de entrada para encontrar as variáveis de saída.

Vários casos de sucesso em engenharia aplicaram **técnicas de otimização**. Por exemplo, na **redução do tempo** por volta de um carro de competição da BMW Team na corrida de Interlagos, durante o Campeonato de GT3. Com o intuito de diminuir o tempo de volta (função objetivo),

foram modificados vários parâmetros de *setup* do carro durante a otimização, como: ângulo do aerofólio, configuração dos amortecedores, das rodas, entre outros. No total foram rodadas 600 diferentes simulações em apenas um dia, obtendo no final uma redução de 1.38 segundos por volta, uma redução significativa para esta competição.



Figura 13:  
Fonte: ESSS, 2016

Finalmente, outra vantagem da **metodologia de otimização em engenharia** é a facilidade de acoplar distintas áreas de estudo dentro do mesmo projeto. Esta área conhecida como *Multidisciplinary Design Optimization* (MDO) permite encontrar o design ótimo levando em conta ao mesmo tempo: Fluidodinâmica, Análise Estrutural, Eletromagnetismo, Custos, Logística, etc. Isso é importante, pois a maioria dos **projetos de engenharia** é de natureza **multidisciplinar**.



### LEITURA COMPLEMENTAR

Praticamente todo aluno de engenharia já ouviu falar em otimização, ou seja, ela é como o próprio nome diz, é a busca pelo ótimo, pela melhor solução, considerando o objetivo e as restrições impostas. A otimização é definida como a forma pela qual é possível encontrar uma solução ou um conjunto de soluções ótimas para uma determinada função ou um conjunto de funções. Uma solução ótima é quando você encontra o melhor resultado para o seu problema, aquele que atingiu melhor o objetivo e respeitou todas as condições que foram colocadas.

Prezado acadêmico amplie seus conhecimentos para melhor usar a otimização em seu dia a dia para isso ao tema abordado neste capítulo sugerimos a leitura: BAZZO, Walter Antônio; PEREIRA, Luiz Teixeira do Vale. **Introdução à engenharia**: conceitos, ferramentas e comportamentos. Florianópolis: Edufsc, 2006



## AUTO ATIVIDADE

Os exercícios seguintes foram adaptados dos exercícios propostos pelo prof. Walter Bazzo em seu livro Introdução à Engenharia (2006).

- Identifique operações de serviços (ex.: filas de atendimento), sistemas ou produtos que, no modo de ver da equipe, poderiam ser melhorados em algum de seus aspectos ou funcionalidades (custo, prazo de entrega, durabilidade, resistência ao impacto, etc.). Utilize-se de modelos diagramáticos, vistos anteriormente, para visualizar melhor cada problema.

- O trânsito se configura como numa questão caótica em quase todo o país. Identifique os pontos críticos de sua cidade em relação ao trânsito e, por meio de um modelo criado pela equipe, tente otimizar esse processo. Faça desenhos e esquemas que possam ajudá-lo na otimização. Use também o programa Google Earth para ajudar nesta tarefa.

- Faça uma pesquisa na internet sobre softwares e técnicas computacionais para atividades de otimização. Identifique o nome do software e o tipo de situações em que ele pode ser empregado. Prepare uma lâmina de PowerPoint para apresentação em sala de aula.

- Sem se orientar pelos conceitos de otimização apresentados pelo professor, defina com suas palavras o significado de "otimização". Redija o seu conceito em até cinco linhas explicando o quanto esse conceito é importante para os engenheiros e, depois, tente explicá-lo para algum amigo ou familiar.

- Nas primeiras unidades desta disciplina, foi dito que o engenheiro é um grande solucionador de problemas. Explique como o processo de otimização, executado pelo engenheiro, insere-se no processo de solução de problemas.

- Procure exemplos e situações no dia-a-dia em que podemos visualizar o conceito de otimização na perspectiva da engenharia.

Após termos estudo este maravilhoso campo da engenharia, vamos fazer uma reflexão sobre esta unidade.

## REFLEXÃO SOBRE A UNIDADE

1. Quais são as vantagens obtidas em projetos quando técnicas de otimização são empregadas?
2. Existe alguma relação entre simulação e otimização?
3. Por que a otimização agiliza o processo de solução de problemas?

# CAPÍTULO 7

## 7 COMUNICAÇÃO

---

Todo o conhecimento e técnicas adquiridos no curso de engenharia não são suficientes para ser um excelente profissional. Para que o profissional seja completo é preciso que saiba utilizar além da memória e raciocínio, a capacidade de se expressar com clareza em suas ideias e soluções para os problemas. Desenvolver bem o trabalho e se comunicar com eficácia em sua área de atuação é um fator de sucesso. Embora alguns deixem este contexto em segundo plano a comunicação escrita e falada é crucial para o engenheiro profissional. A forma mais importante de comunicação é a escrita, mas outras formas são: oral, gráfica ou através de modelos são altamente recomendáveis.

Todas, individualmente ou em conjunto, são aplicadas, mas principalmente três são as diretrizes fundamentais;

- a. Selecionar o tema que pode ser livre ou direcionado;
- b. Pesquisar: revistas técnicas, anais de conferências, livros, internet, artigos, relatórios governamentais, estatísticas, resumos, catálogos de bibliotecas, patentes, etc.
- c. Organizar: conhecer sua audiência e planejar o que irá apresentar.

Como engenheiro você precisará fazer propostas a clientes, explicar ao chefe os resultados de uma determinada análise, entre outras coisas. Segundo Holtzaple e Reece (2006), as apresentações orais se dividem em:

- a. Introdução: é aqui que você cativa ou não sua audiência, conectando os ouvintes ao seu mundo;
- b. Corpo: é o coração da apresentação. Use capítulos para que o público se situe quando você

mudar os tópicos;

- c. Conclusão: você deve fechar a apresentação;
- d. Recursos visuais: Simplicidade sempre. Os mais utilizados usados são: tabelas, gráficos, fotografias, esquemas, mapas e *slides*;
- e. Ansiedade de falar em público: suor, pernas bambas, gastrite, são sinais de ansiedade, mas isto só é dominado com muito treino e dedicação;
- f. Para dominar esses sintomas treine, pratique, fique bem preparado. Permita-se cometer erros, se exercite horas antes para que o corpo esteja bem relaxado e se entregue ao público;
- g. Estilo: olhe nos olhos do seu público, fale com a voz alta e confiante, não se fixe nos *slides*, não se distraia com seu relógio, anel ou moedas no bolso. Esteja bem arrumado para mostrar respeito pela audiência e seja otimista.

A comunicação escrita é essencial ao trabalho do engenheiro, expedir solicitações ou ordens aos funcionários, preparar memorandos, elaborar relatórios técnicos para clientes ou diretores, redigir cartas comerciais ou propostas e escrever artigos em revistas técnicas são alguns exemplos.

A escrita deve ser breve, clara e de fácil entendimento. Algumas considerações são importantes e devem ser citadas:

- a. Evitar frases segmentadas;
- b. Usar voz ativa;
- c. Evitar palavras vagas e de duplo sentido;
- d. Eliminar redundâncias
- e. Usar o mínimo possível de preposições;
- f. Usar referências claras e pronomes;
- g. Evitar infinitivos modificados por advérbios linguagem burocrática, prefira frases com poucas palavras;
- h. Evitar linguagem informal e muito rebuscada, pomposa.

Para o engenheiro o desenho é um instrumento de muita utilidade, pois permite visualização espacial.



# CAPÍTULO 8

## 8 CRIATIVIDADE

---

O engenheiro é um profissional que precisa ser criativo, pois muitos imaginam que este se utiliza apenas de técnicas prontas para a resolução de problemas. Às vezes inovar é necessário, usando, para isso, uma grande dose de criatividade.

Segundo Holtzaple e Reece (2006), a criatividade é um talento que não é ensinado. É nato do ser humano e que precisa ser exercitada e desenvolvida. Justamente por isso que o engenheiro tem a necessidade de intensificar este item e deve ter grande criatividade.

Holtzaple e Reece (2006) classificam as pessoas em pensadores em três tipos:

- a. Os organizados: tem uma mente bem compartimentada. Os fatos são armazenados em locais únicos e são recuperados com facilidade quando necessários.
- b. Os desorganizados: não tem estrutura. Os fatos podem ser armazenados em locais múltiplos, mas de difícil recuperação quando necessários.
- c. Os criativos: é uma combinação dos dois outros tipos. Uma mente criativa é organizada e estruturada, mas a informação é armazenada em locais múltiplos e quando a informação é necessária há maior probabilidade acha-la.

Mas o que caracteriza um engenheiro criativo? Holtzaple e Reece (2006) descrevem algumas características

- a. Persistência; um engenheiro não desanima;
- b. Usar o porquê como curiosidade em relação ao mundo;

- c. Nunca está satisfeito: fará o que puder para melhorar o projeto que está sendo produzido.
- d. Aprende com erros e acidentes: muitas descobertas foram feitas por acidente. O engenheiro deve ser sensível ao inesperado.
- e. Faz analogias: as analogias aumentam as chances de encontrar soluções.
- f. Generaliza: para que o sucesso de um projeto seja aproveitado em outras situações.
- g. Desenvolve entendimentos qualitativos e quantitativos: o engenheiro deve desenvolver não apenas aptidões analíticas quantitativas;
- h. Habilidade para visualizar, muitas soluções envolvem visualização tridimensional. Normalmente a solução pode aparecer em um novo arranjo de componentes, girando ou duplicando, com boa aptidão espacial.
- i. Habilidade para desenho: desta forma pode se comunicar em visões espaciais, dimensionais e fluxos de maneira mais eficaz.
- j. Pensar sem fronteiras de modo intelectual;
- k. Interesses ampliados e necessidades de equilíbrio intelectual e emocional
- l. Informação especializada; problemas fáceis podem ser resolvidos com informações largamente difundidas. Problemas difíceis precisam de informações especializadas, que nem sempre estão disponíveis.
- m. Trabalha com a natureza: a natureza poderá guiar o engenheiro até a solução de um problema. Fique atento às suas soluções.
- n. Possui uma “caixa de ferramentas” de engenharia: o engenheiro precisa de uma grande “caixa” para armazenar todas as ferramentas adquiridas com sua experiência.

Sintetizar ideias e concatenar combinações são atividades dos criativos e o engenheiro deve desenvolver a criatividade. Anotar ideias é um bom hábito para o processo criativo. Registrar faz com que não sejam esquecidas e se transformem em traços vagos.

Conforme Bazzo e Pereira (2008) as etapas do processo criativo são:

- a. Preparação;
- b. Esforço concentrado;

- c. Afastamento do problema;
- d. Visão da ideia;
- e. Revisão das soluções.

Manter a perseverança e a liberdade de pensar faz com que estimulemos a criatividade e se “pense fora da caixa” e bom senso são vitais para a atuação do engenheiro.



## TEXTO COMPLEMENTAR

### APOSTA EM ESTÁDIO SUSTENTÁVEL

Localizado em um parque metropolitano de Salvador (BA), o estádio Roberto Santos, mais conhecido como Pituaçu, já era considerado um equipamento verde quando o governo estadual resolveu usar energia solar para que o abastecimento energético do local fosse sustentável e limpo.

“O uso de energia solar, energia limpa, está inteiramente em sintonia com a localização geográfica do equipamento. É o primeiro estádio esportivo da América Latina a contar com este tipo de tecnologia”, informa a Secretaria de Trabalho, Emprego, Renda e Esporte da Bahia.

A tecnologia inovadora começou a funcionar em abril de 2012. O estádio será um dos campos oficiais de treinamento na Copa das Confederações 2013 e na Copa do Mundo em 2014.

Uma característica de Salvador facilita a utilização desse tipo de energia: na cidade são raros os dias sem sol.

O projeto Pituaçu Solar foi aprovado em 2010 pela Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), no âmbito do Programa de Eficiência Energética. Tem o apoio técnico da Cooperação Alemã para o Desenvolvimento Sustentável, da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e do Instituto para Desenvolvimento de Energias Alternativas na América Latina (Ideal).

Foram investidos R\$ 5,5 milhões no projeto. A perspectiva é de economia de R\$ 120 mil/ano. Além dessa economia, outro objetivo do projeto é fomentar o uso de novas tecnologias sustentáveis. O sistema implantado tem capacidade para abastecer 525 casas.

A reforma do estádio Pituaçu tem origem em uma tragédia, o acidente no estádio Fonte Nova, ocorrido em 2007. Durante uma partida de futebol, sete pessoas morreram e dezenas ficaram feridas por causa da queda de uma parte da arquibancada do estádio em Salvador. Depois disso foi tomada a decisão de interditar o local para obras e modernizar o Pituaçu.

Fonte: NABUCO, 2013.

# CAPÍTULO 9

## 9 CONSCIÊNCIA AMBIENTAL E SUSTENTABILIDADE

---

Para o completo entendimento do capítulo algumas definições se fazem necessárias. Como abordaremos, o meio-ambiente como cenário, este tem uma definição no dicionário Aurélio: meio-ambiente é o conjunto de condições e influências naturais que cercam um ser vivo ou uma comunidade, e que agem sobre eles.

Outra definição importante e muito difundida é a de desenvolvimento sustentável: Desenvolvimento sustentável é o desenvolvimento capaz de suprir as necessidades da geração atual, atendendo e garantindo o desenvolvimento que não esgota recursos para o futuro. Por isso, entre muitas razões, surgiu no Relatório Brundtland criado pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, criada (ONU), para conciliar dois objetivos: o desenvolvimento da economia e a conservação do meio-ambiente.

Durante muitos anos o crescimento de nossa indústria foi caracterizado por chaminés soltando grande quantidade de fumaça preta no ar. Quanto mais poluição mais progresso. O tempo passou e as mudanças climáticas trouxeram consigo o alerta de que o caminho da humanidade estava errado. O controle corretivo ou as técnicas de fim-de-tubo surgiram e assim novas técnicas técnicas de produção mais limpa (P+L) surgem para aumentar a eficiência nos processos industriais, fazendo com que estas gerem menores índices de poluição e resíduos. Existem várias definições para P+L, mas a mais utilizada e utilizada pela FIESP é:

Produção Mais Limpa significa a aplicação contínua de uma estratégia econômica, ambiental e tecnológica integrada aos processos e produtos, a fim de aumentar a eficiência no uso de matérias-primas, água e energia, através da não geração, minimização ou reciclagem de resíduos gerados, com benefícios ambientais e econômicos para os processos produtivos.

Outra palavra que surgiu recentemente, o *Ecodesign* (projeto para o meio- ambiente) ou *Design Ambiental*, remete ao conceito de avaliar o efeito que um produto tem sobre o meio ambiente em todos os estágios do seu ciclo de vida, promovendo a utilização de materiais alternativos, menos tóxicos e mais abundantes ou reciclados, e planejando o desenvolvimento, a produção, o uso e o descarte (ou pós-uso), procurando minimizar o impacto causado pela produção sobre o meio-ambiente.

Este tipo de projeto deve ser o alvo de todo engenheiro. É impossível imaginar nos dias de hoje um engenheiro que não tenha consciência ambiental e que não se preocupe com a sustentabilidade em seus projetos. Nosso planeta clama pela utilização racional de seus recursos e as gerações futuras dependem de como estamos administrando o mundo atualmente.

Todo engenheiro deve preocupar-se com o meio-ambiente. Quando desenvolve um projeto ele deve conhecer os processos produtivos, grandes geradores de resíduos, para que seu trabalho seja eficaz.

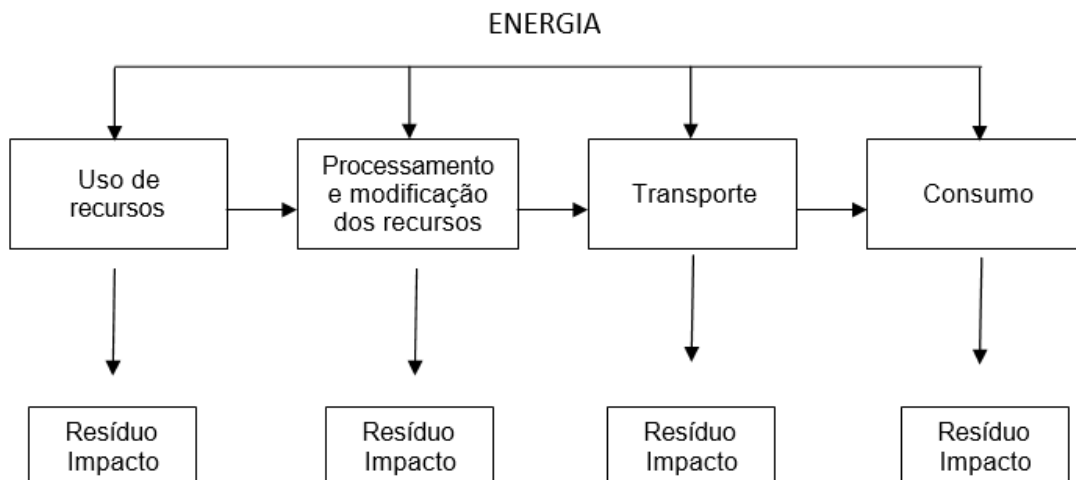


Figura 14:  
Fonte: Braga, et. al (2002)

Eis algumas premissas que precisam ser consideradas para que haja sobrevivência no planeta:

- a. Suprimento de energia e matéria (que é finito e conhecido);
- b. Capacidade de reciclar matéria e absorver resíduos para evitar a deterioração da qualidade de vida.

O que é mais preocupante é o desenvolvimento da sociedade humana, pois o crescimento populacional é incompatível com amplitude do ambiente, dos recursos naturais e da capacidade de reciclar a matéria. Estaremos então caminhando para o colapso do planeta?

Segundo Braga et. al (2002) o modelo de desenvolvimento sustentável tem seguinte base:

- a. Dependência de energia do sol;
- b. Uso racional da energia e da matéria (evitar o desperdício);
- c. Controle da poluição;
- d. Controle do crescimento populacional (estabilização da população).

A engenharia tem muita responsabilidade sobre este novo panorama, pois ela colocou à disposição das pessoas tecnologias de geração de energia, saneamento, construção civil, transportes, ou seja, conforto e melhorias para os seres humanos.

A partir disso a engenharia precisou criar práticas necessárias com a finalidade de diminuir a degradação do meio ambiente e o desafio em desenvolver outras fontes para que os impactos negativos ao meio-ambiente sejam minimizados.

A chave para o sucesso é racionalizar o consumo de recursos, favorecer a reciclagem e o reuso dos materiais para a restauração do meio-ambiente e proporcionar o desenvolvimento diário de uma consciência ecológica, responsável e sustentável para as próximas gerações.

A chave para o sucesso é racionalizar o consumo de recursos, favorecer a reciclagem e o reuso dos materiais para a restauração do meio-ambiente e proporcionar o desenvolvimento diário de uma consciência ecológica, responsável e sustentável para as próximas gerações.



## TEXTO COMPLEMENTAR:

### APOSTA NA ENERGIA SOLAR

Em uma iniciativa pioneira, a CPFEL Energia decidiu investir R\$ 13,8 milhões num projeto inovador de geração de energia limpa e renovável com a utilização de painéis solares fotovoltaicos. A energia fotovoltaica é a obtida por meio de conversão direta da luz do sol em eletricidade. A iniciativa foi aprovada pela Aneel (Agência Nacional de Energia Elétrica).

O local escolhido para o projeto é a Subestação Tanquinho, em Campinas (SP). A geração será de 1,6 GWh/ano, o que é suficiente para abastecer 657 clientes por mês com consumo médio de 200 KWh/mês.

A pesquisa prevê a utilização de tipos diferentes de painéis, desde as tecnologias tradicionais de silício mono e poli cristalinos até as inovadoras, como os filmes finos.

Segundo a CPFL, as tecnologias de filmes finos são usadas em painéis com climas parecidos com o do Brasil. Elas são mais adequadas aos locais de temperatura elevada.

Ainda de acordo com a empresa, serão testados arranjos de painéis fixos, e móveis e integração solar com a eólica.

Outra análise será a do impacto da conexão deste tipo de geração para o consumidor final. Os critérios serão qualidade, segurança, confiabilidade e viabilidade econômica. Por isso, há a necessidade de instalação de equipamentos de última geração em pontos de rede de distribuição.

“Investimos nessa tecnologia por acreditarmos que projetos de geração de energia com fontes limpas são fundamentais para garantir o suprimento futuro e o crescimento do país”, disse Fernando Mano, diretor de Estratégia e Inovação da CPFL Energia, no lançamento do projeto.

A CPFL Energia informa investir anualmente R\$ 32 milhões em projetos de pesquisa e desenvolvimento e 55 projetos em andamento.

Fonte: NABUCO,2013.

# CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para que um engenheiro tenha sucesso na profissão escolhida ele necessita de muitos conhecimentos, habilidades e atitudes (CHA) os quais são desenvolvidos durante o curso de graduação e na busca por melhorias nestes atributos.

O conhecimento das ferramentas da engenharia e sua aplicação são essenciais para uma formação bem fundamentada aliada a uma eficiente comunicação para o desenvolvimento de projetos levando em conta a maior produtividade por meio da produção mais limpa, otimizando todos os processos, sejam eles produtivos ou administrativos, dentro dos princípios éticos. Para conseguirmos isso não podemos esquecer o principal: ESTUDAR!

Cabe a todo estudante de engenharia dedicar-se muito aos estudos. Não adianta estudar na véspera das provas; este deve ser um ato contínuo, para que o conteúdo seja fixado e o aproveitamento seja satisfatório. O aluno deve ter o estudo como hábito, reservando algumas horas todos os dias para ler e fazer exercícios.

A estrada é longa, o caminho nem sempre é fácil, mas o destino é recompensador.



# REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABEPRO. *Associação Brasileira de Engenharia de Produção*. Disponível em: [www.abepro.org.br](http://www.abepro.org.br). Acesso em 02, set 2016.

ABNT - *Associação Brasileira de Normas técnicas*. Disponível em: [www.abnt.org.br](http://www.abnt.org.br). Acesso em 16, set 2016.

AUTODESCK. Site Institucional Disponível em: [www.autodesk.com.br/](http://www.autodesk.com.br/). Acesso em 22, set 2016. Disponível em <http://www.autodesk.com.br/>

BATALHA, M. O. et al. *Introdução à Engenharia de Produção*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

BAZZO, W. A; PEREIRA, L. T. V. *Introdução à Engenharia: Conceitos, ferramentas e comportamentos*. 2. Ed. Florianópolis: EDUFSC, 2006.

BRAGA, B. ET AL. *Introdução à Engenharia Ambiental*. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

EMBRAER – Site institucional Disponível em <http://www.embraer.com>: Acesso em 23, set 2016.

ESSS – Site institucional Disponível em <http://www.esss.com.br>: Acesso em 29, set 2016.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. *Dicionário Aurélio Básico da Língua Portuguesa*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1988, p. 214.

FIESP. *Federação das Indústrias do Estado de São Paulo*. Disponível em: [www.fiesp.com.br](http://www.fiesp.com.br). Acesso em 15/09/2010.

FNE. *Federação Nacional dos Engenheiros*. Disponível em: [www.fne.org.br](http://www.fne.org.br). Acesso em 24/06/2009.

HOLTZAPPLE, M. T; REECE, W. D. *Introdução à Engenharia*. Rio de Janeiro: LTC, 2006.

INEP (2007) – [www.educacaosuperior.inep.gov.br](http://www.educacaosuperior.inep.gov.br) – acesso em 16, mar de 2016.

INMETRO. *Sistema Internacional de Unidades - SI*. 8. ed. (revisada) Rio de Janeiro: 2007.

IPEM. *Instituto de Pesos e Medidas do Estado de São Paulo*. Disponível em: [www.ipem.sp.gov.br](http://www.ipem.sp.gov.br). Acesso em 08, set de 2010.

LAUDARES, J. B; RIBEIRO, S. *Trabalho e formação do engenheiro*. Belo Horizonte: Fumarc, 2000.

LUA, UFMG Laboratório de usinagem e automação. Disponível em: <http://somos.ufmg.br/laboratorios/view/492>. Acesso em 08, set de 2016

MARTINS, P. G; ALT, P. R. *Administração de Materiais e Recursos Patrimoniais*. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2006.

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. *Administração da Produção*. 2.ed. São Paulo: Saraiva, 2005.

MEC. *Ministério da Educação*. Disponível em: [www.mec.gov.br](http://www.mec.gov.br). Acesso em 28, nov de 2015.

NABUCO ANAI, *O Brasil da inovação- Um panorama dos avanços em pesquisa e tecnologia* – Editora Caros Amigos – 2013 – São Paulo

PRÉHISTORIA INFO disponível <http://pre-historia.info/evolucao-do-homem-primitivo.html> Acesso em 17, dez em 2016.

SBEM. Anais do VIII ENEM – Comunicação Científica GT 10 – Modelagem Matemática Disponível em: [www.sbem.com.br](http://www.sbem.com.br) Acesso em 08, dez em 2016.

UNESCO. *United Nations Educational, Scientific and Educational Organization*. Disponível em: [www.unesco.org.br](http://www.unesco.org.br). Acesso em 12, dez em 2016.

UNIDO. *United Nations Industrial Development Organization*. Disponível em: [www.unido.org](http://www.unido.org). Acesso em 1ª, dez de 2016.

WEG. Site institucional. Disponível em: [www.abepro.org.br](http://www.abepro.org.br). Acesso em 16, set 2016. <http://www.weg.net/institucional/BR/pt/>

FACULDADE

# Avantis

Ensino inteligente



Faculdade Avantis



9 788566 237955

Av. Marginal Leste, n. 3.600, Bairro dos Estados | CEP: 88.339-125 - Balneário Camboriú (SC)  
Telefone: (47) 3363-0631 | [avantis@avantis.edu.br](mailto:avantis@avantis.edu.br) | [www.avantis.edu.br](http://www.avantis.edu.br)