

PROJETO MECÂNICO (SEM 0347)

Notas de Aulas v.2021

Aula 01 – Introdução, Noções de Projetos Mecânicos

Professor: Carlos Alberto Fortulan

Programa:

- ✓ Objetivos da disciplina;
- ✓ Introdução à disciplina;
- ✓ Avaliação;
- ✓ Memorial descritivo e de cálculos;
 - ✓ Projeto Mecânico;
 - ✓ Mini-máquinas – propostas de projeto;
 - ✓ Apresentação dos critérios para os Projetos;
 - ✓ Bibliografia

Disciplina

Aula 01

Objetivos:

Desenvolver a filosofia do projeto mecânico em máquinas, consolidada pela execução de um projeto como “estudo de caso”.

Introdução à disciplina

Programa:

1. Filosofia do projeto mecânico em máquinas operatrizes em geral e de elementos de máquinas: utilização das normas relacionadas;
2. Sensibilizar sobre a necessidade de coletar, tratar e difundir as informações tecnológicas, concorrência, comercial e ambiental e torná-las como estratégias (**Inteligência da informação**);
3. Dar Conhecimento da Propriedade Intelectual como proteção e promoção industrial (**Economic intelligence and Information Protection**);
4. Conscientizar das Noções da Segurança e proteção ao usuário (NR12, NR17) e ao meio ambiente;

5. Sensibilizar sobre a importância da criatividade, design, ergonomia (NR17), inovação e competitividade (**Innovative Design and Creativity**); Compreender sobre design de um objeto técnico e ser um interlocutor de um design Industrial;
6. Conhecimento, dimensionamento e aplicação de acionamentos para máquinas e sistemas;
7. Introdução dos conceitos da tribologia aplicados ao projeto de máquinas através de estudos de pares tribológicos, envolvendo a escolha, dimensionamento e aplicação de mancais e pares tribológicos;

8. Desenvolvimento do projeto de uma máquina; aplicação dos conceitos adquiridos de outras disciplinas já cursadas; direcionamento desses conceitos particularmente à concepção da máquina operatriz e ao dimensionamento de seus elementos. Projeto e Desenhos de conjuntos e Detalhes da máquina operatriz e elementos utilizando recursos computacionais hodiernos;
9. Gestão de projetos de Pesquisa e Interdisciplinaridade (**Research Work Management**), noções de risco e reorientação, as respostas aos problemas que devem ser quantificados (simplificados) (**go-no-go**).

Ensino e Aprendizagem

Ouçó, esqueço.

Vejo, me lembro.

Faço, aprendo.

- Confúcio -

Filósofo Chines

551 a.C. - 479 a.C.



<http://rockntech.com.br/escultura-de-9-metros-de-altura-do-filosofo-confucio-e-incrivelmente-realista/>

SEM 0347
Projeto Mecânico

Aulas Teóricas
02 créditos

+

Aulas Práticas
02 créditos

Aulas Teóricas

Expositiva, temática ~40 mins – 1h;

Práticas genérica:

Brainstorming,

Tomadas de decisões: em grupo,

Resolução de exercícios: individuais.

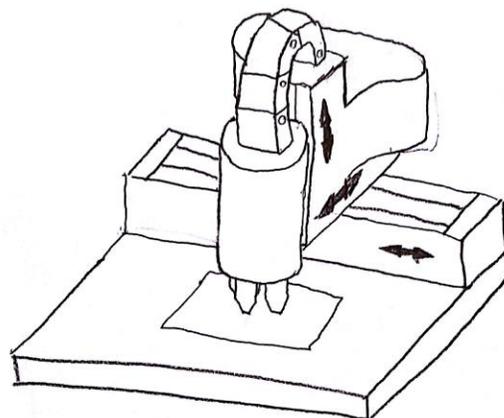
.....

Programação:

- 01 – Introdução
- 02 – Estratégias de projeto – Início/continuidade;
- 03 - Técnicas de projeto – Tomada de decisão;
- 04 – Patentes- Elaboração e Busca;
- 05 - Estrutura de máquinas – Granito sintético;
- 06 – Design em Máquinas;
- 07 – Movimentação Linear;
- 08 - Motores Elétricos - seleção;
- 09 – Pneumática - Diagramas;
- 10 – Esboço Digital e desenhos projetivos;
- 11 – Tribologia – atrito e desgaste;
- 12 – Tribologia – lubrificação e superfícies;
- 13 – Transmissões;
- 14 - Estratégias de projeto – Encerramento;
- 15 - Prova Teórica.

eDisciplinas

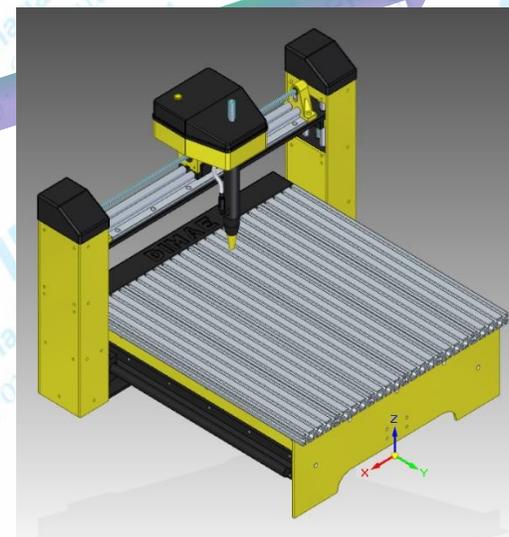
Aulas Práticas



Projeto Digital

Conceitual

Informacional



Aluno: Bruno Tasso da Silva/2014

Estado da técnica

Estado da arte



Insights



Esboço

Informacional

Estado da Técnica/Arte

Investigar o *Estado da Arte* relacionado com os dados do Projeto: pesquisa bibliográfica, patentes, referências, acesso e busca na Internet. Efetuar um arranjo físico (*Layout*) da Minimáquina.

Esboços e Croquis à mão livre.

Ferramentas: lápis e papel e papel sulfite A4 sem margens e aplicar os conhecimentos de desenho técnico mecânico, elementos de máquinas e materiais e metrologia. Tempo: 03 semanas. (Verificação na Aula)

Conceitual

Croqui (I) da Minimáquina

Utilizar o material de estudo do item 1 e fazer o croqui da minimáquina em três vistas, utilizando desenho à mão livre.

Ferramentas: lápis e papel e papel sulfite A4 sem margens e aplicar os conhecimentos de desenho técnico mecânico, elementos de máquinas e materiais e metrologia. Tempo: 03 semanas. (Verificação na Aula com Entrega).

Conceitual

Croquis (II) da Minimáquina

Utilizar os mesmos recursos dos itens 1 e 2 e refazer os croquis da minimáquina com todos os detalhes.

Ferramentas: lápis e papel e papel sulfite A4 sem margens e aplicar os conhecimentos de desenho técnico mecânico, elementos de máquinas e materiais e metrologia. Tempo: 02 semanas. (Verificação na Aula com Entrega).

Conceitual

Desenho de Conjunto da Minimáquina

Utilizar os resultados dos itens anteriores e concluir esta fase do projeto, já melhorado, fazendo o desenho de conjunto da minimáquina com todas as vistas necessárias. Esta fase compreende os desenhos 2D e 3D da minimáquina.

Ferramentas: “Transferir esboços e croquis” utilizando Softwares.

Projeto Digital

Desenhos dos componentes

Efetuar todos os desenhos dos componentes da minimáquina em papel formatado de desenho. Relatórios e desenhos são padronizados conforme normas vigentes e o modelo de orientação fornecido. Tempo: 04 semanas. (Verificação em Aula com Entregas).

Projeto Digital

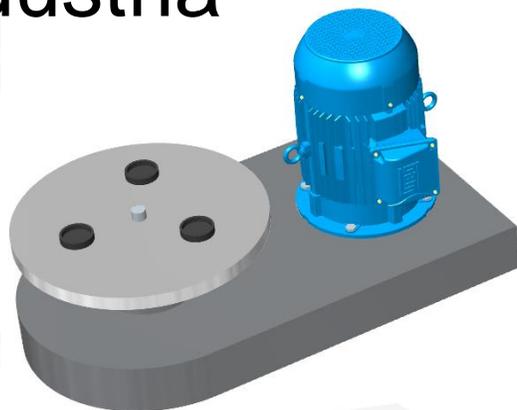
Finalização do Projeto da Minimáquina

Revisar todos os desenhos. Entregar o relatório do projeto contendo o Memorial do Projeto e todos os desenhos impressos em PDF arquivo único. O relatório e desenhos são padronizados conforme normas vigentes e orientação da disciplina.

Tempo: 02 semanas. (Entrega do Projeto via PDF pelo portal eDisciplinas).

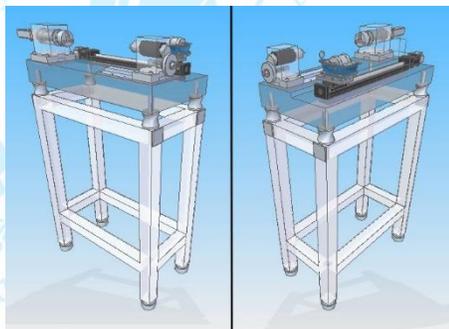
Projeto Digital

Indústria

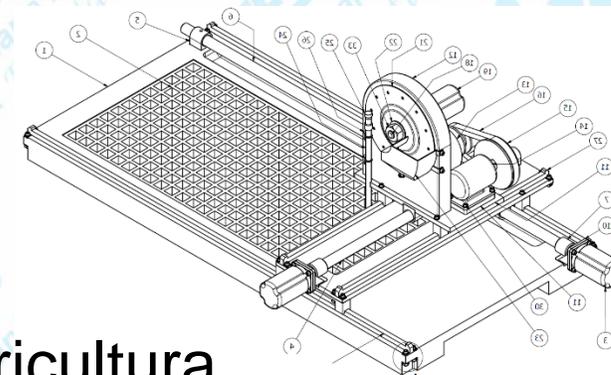


Joao Jamil Pirovics Pinto/2015

P&D

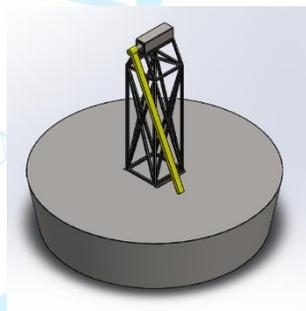


Lucas Basso Pátaro/2011



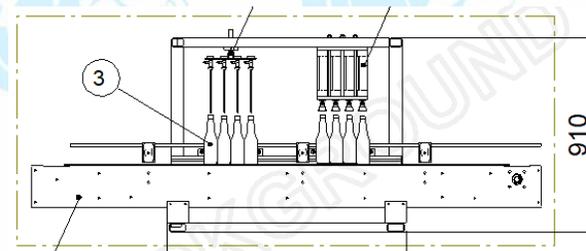
Agricultura

Egídio Lorusso Bocca/2015



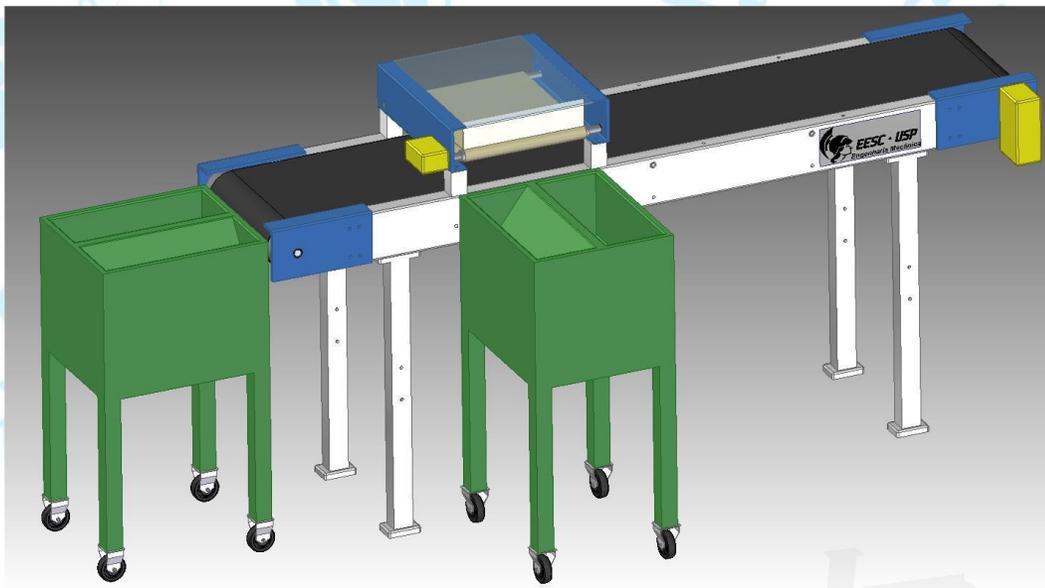
Energia

Rafael Henrique Avanço/2016

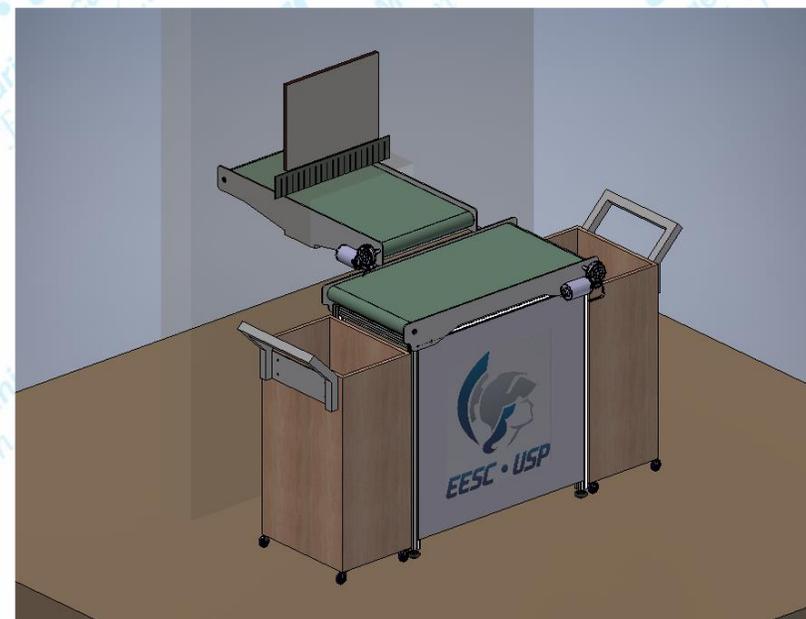


Livre

Pedro Noveletto/2016



Vanessa Cristina Rodrigues_2017



Gustavo Setti Ulson de Souza – 7593224 - 2017

Avaliação

Relatório

Prova

Patente

Memorial
Descritivo

Memorial de
Cálculo

Desenhos

Teórica
Dissertativa

Bonus

- ✓ Informacional
- ✓ Conceitual
- ✓ Fabricação
- ✓ Segurança
- ✓ Descontinuidade

- ✓ Dimensionamento
- ✓ Seleção

- ✓ Conjunto
- ✓ Subconjuntos
- ✓ Comp. 1 Sub conj.

5 + 1

3+1

1

Memorial de Projeto

Do Memorial de Projeto constam:

Memorial Descritivo;

Memorial de Cálculo;

Desenhos (apêndice),

Solicitação de patente (apêndice) e;

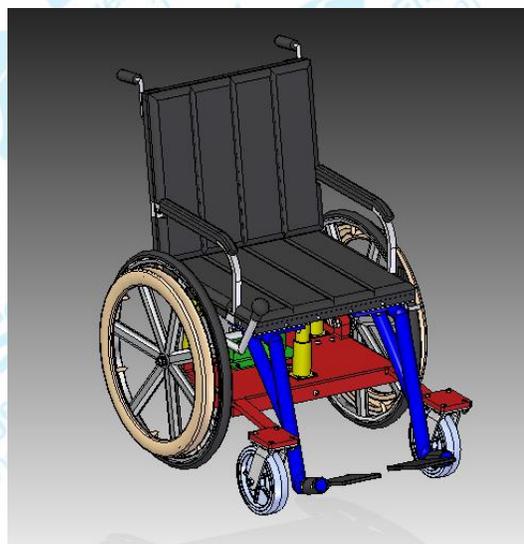
outros (anexo).

Dica: *a cada aula faça o registro imediato (inclusão) dos trabalhos desenvolvidos na aulas teóricas e práticas. Um template para o Memorial de projeto é apresentado edisciplinas.*

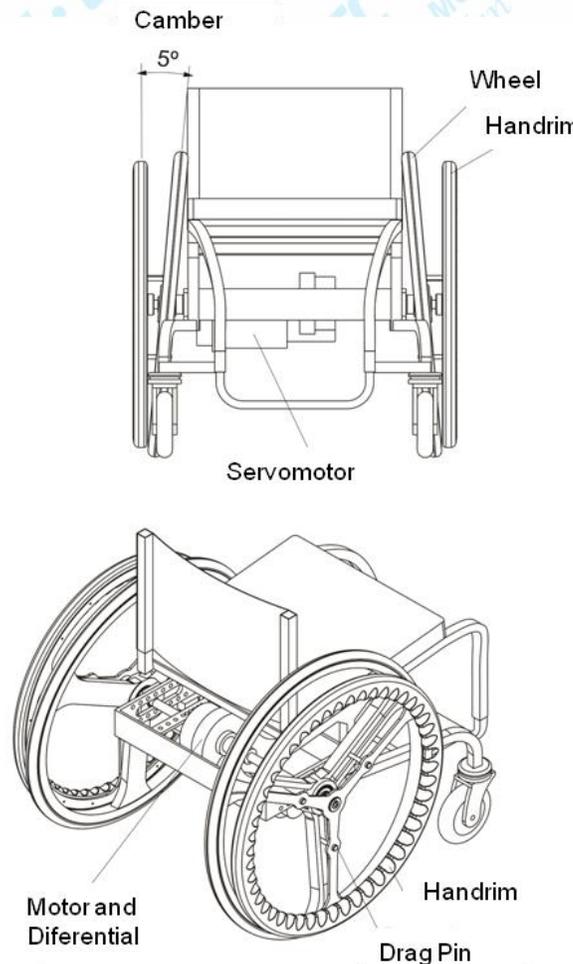
Resultados

“Plus” - Além da disciplina

Patentes >7



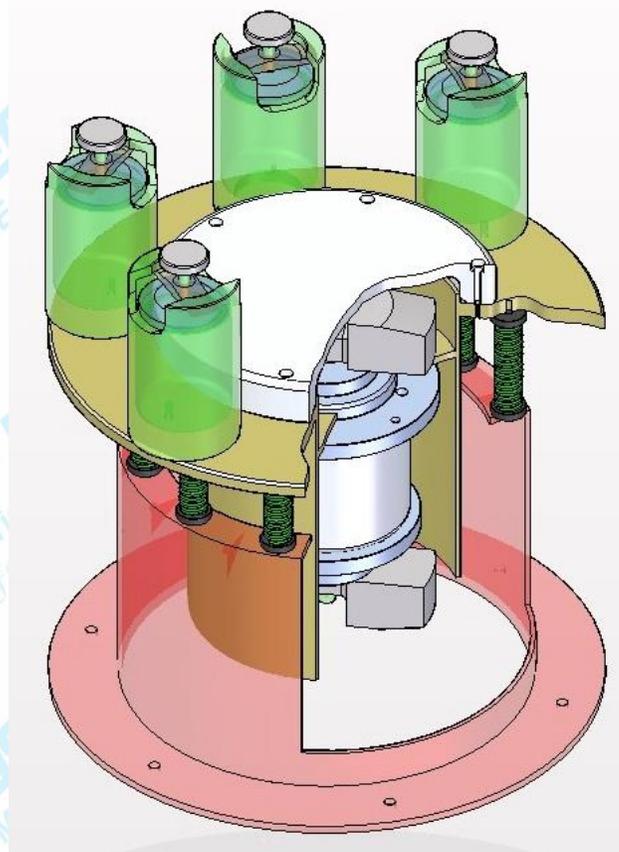
Ivan Santos Porpíglgio/2011



BR 10 2014 012646-5

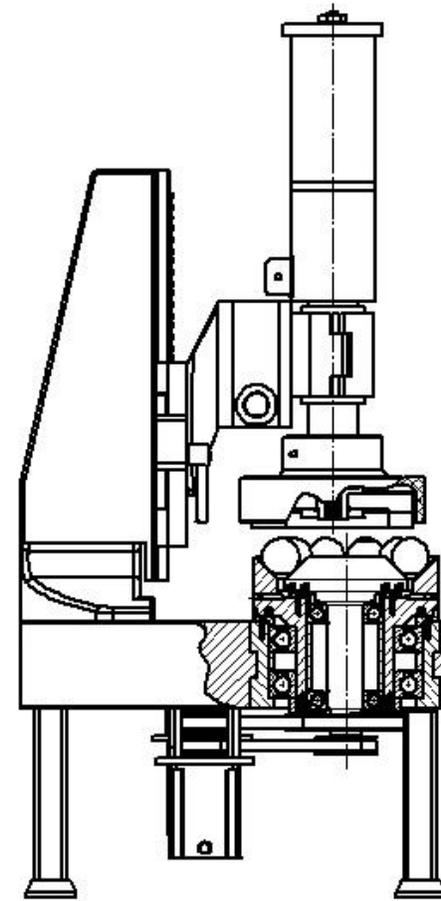
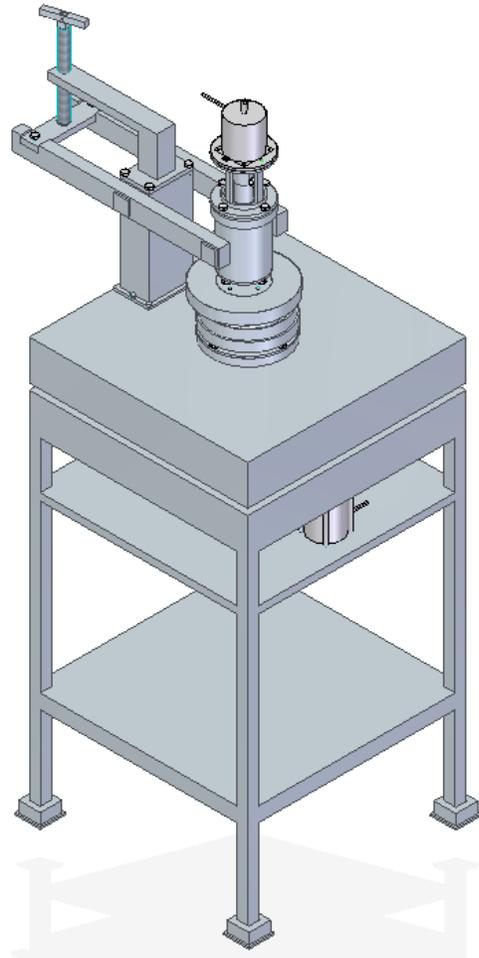


Aluno: Carlos A. Fortulan/1994



BR 10 2012 027129-0

“Licenciada”



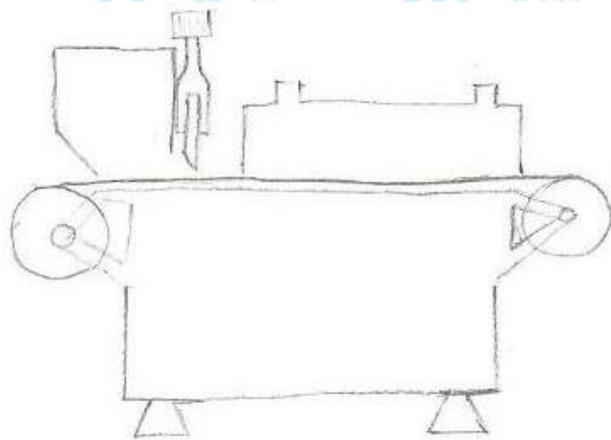
BR 10 2015 0006383-0

Marcio Fumio Isayama Kondo/2012

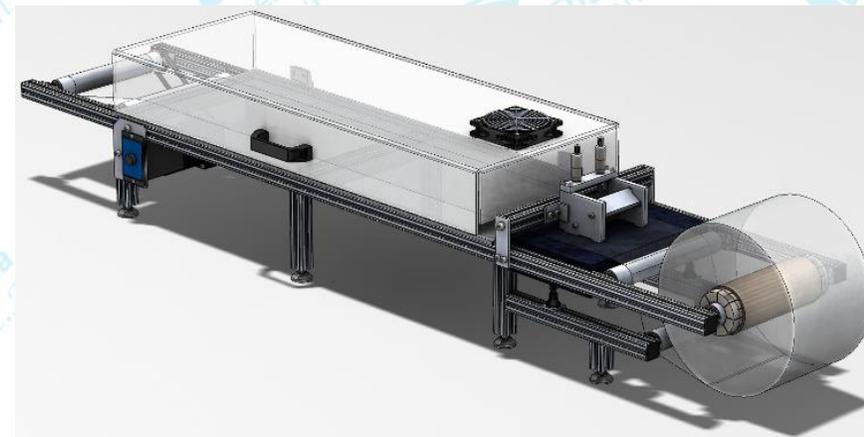


Marcos PG Pedroso/2015

Produto



Francisco Pereira Neto 2015



Sergio Gomes Machado 2016



Sergio Gomes Machado/ R. J. Revelo 2016

SMM

Acadêmica / Científica

8 MS, 4 Dts, 5 ICs



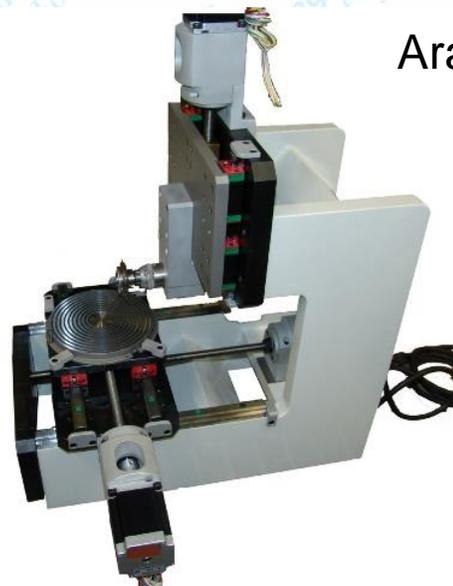
Cerâmica 60 (2014) 199-204

Prensa isostática de vasos gêmeos: projeto

(Twin vessel isostatic press: design)

C. A. Fortulan, M. P. G. Pedroso, L. A. Penazzi, B. M. Purquerio

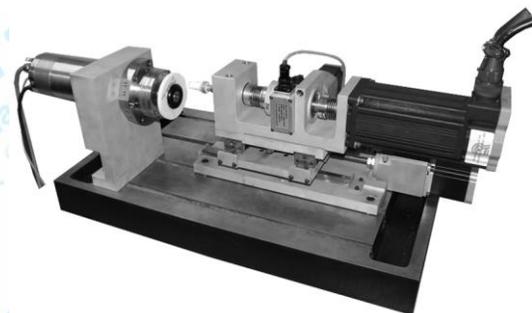
Escola de Engenharia de S. Carlos - USP, Av. Trabalhador São-carlense 400, S. Carlos, SP 13566-590
cfortula@sc.usp.br, marcos.paulo.pedroso@usp.br



Araujo, LA (2009)



Tenório, 2011

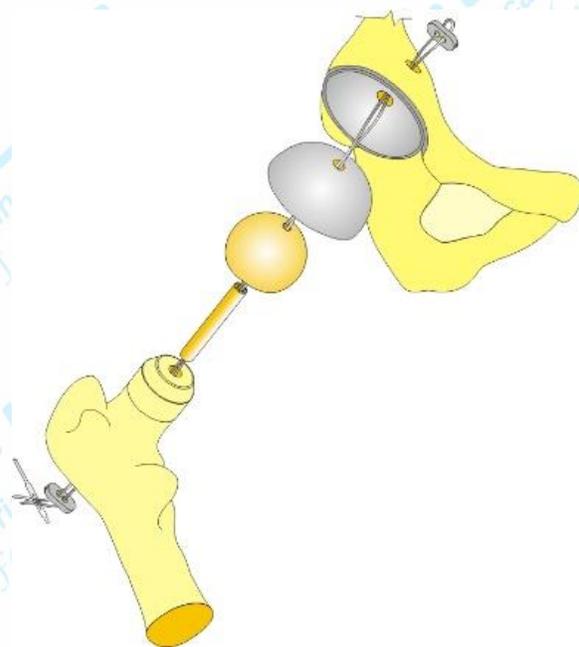


Margarido A 2011

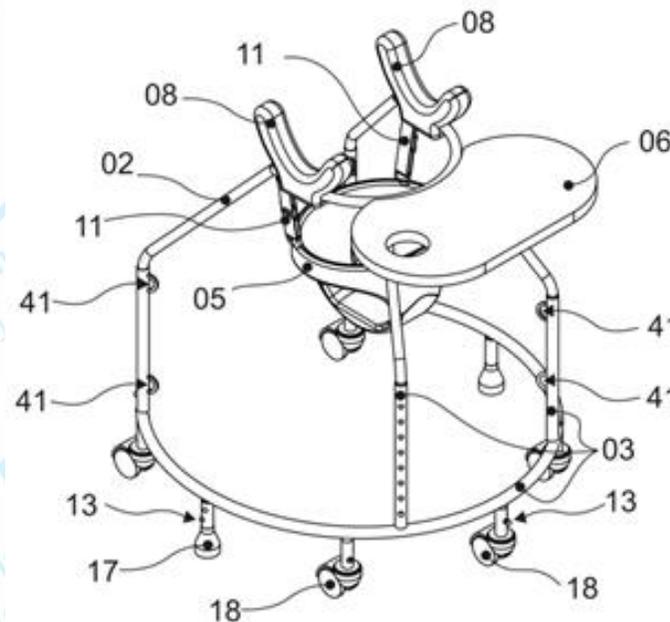
Spin off



Reabiltech Comércio LTDA
Araraquara - SP 14804-322
(16) 3303-9796
Fisioterapeuta



BR 10 2013 002784-7



BR 10 2015 0006381-4

AULA 01 -

PROJETO MECÂNICO

Depoimento de alunos:

“Certamente foi a matéria que mais se aproximou do que provavelmente será enfrentado no mercado de trabalho, tanto no desenvolvimento de um projeto, quanto no cumprimento de prazos e entregas”. **Rodolfo Reatto Módolo UFSCar 2018**

“Foi necessário o conhecimento de diversas disciplinas, além da disciplina de projeto mecânico, bem como a análise crítica e bom senso do projetista para tomar diferentes decisões, algo que será muito recorrente na vida de um engenheiro”. **Marcus Rocha Lucarello, EESC 2018**

Importância do projeto

Criar
Inovar
Normatizar
Difundir



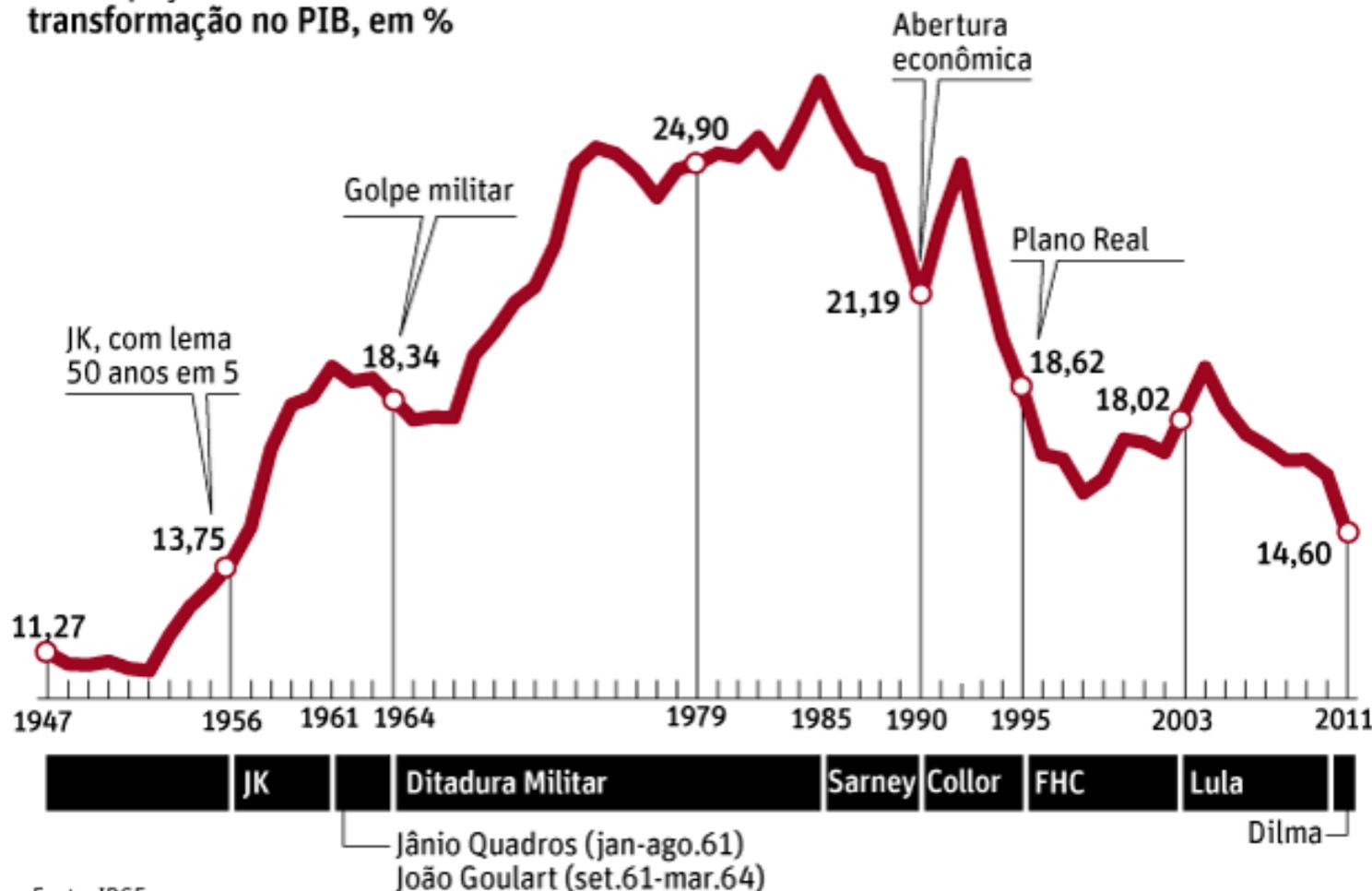
Extração
Fabricação
Manutenção

Pensar
Agregar valor
Desenvolver
Ensinar

CRISE NA INDÚSTRIA

Participação do setor na economia brasileira cai e volta ao nível dos anos JK

Participação da indústria de transformação no PIB, em %



Fonte: IBGE

Fonte: Folha de São Paulo, 09/03/2012

O Brasil é competitivo em uma série de produtos, mas em sua maioria, com produtos de baixo valor agregado. Ex: café; soja; suco de laranja; celulose; minério de ferro.

1kg de soja	Custa US\$ 0,10
1kg de automóvel	Custa US\$ 10,00
1kg de aparelho eletrônico	Custa US\$ 100,00
1Kg de avião	Custa US\$ 1.000,00
1kg de satélite	Custa US\$ 50.000,00

∴ **Brasil :**

- ✓ Que seu povo trabalhe com saúde e segurança;
- ✓ Que seu povo tenha cultura e evolução;
- ✓ Que o PIB acompanhe o crescimento Populacional
- ✓ Que haja distribuição de renda:

Missão (nossa): ***Projetar....***

O que dizem os Mestres?

SHIGLEY JE (2005)

PROJETO

- ✓ *é um processo inovador e altamente interativo e iterativo;*
- ✓ *é também um processo de **tomada de decisões**;*
- ✓ *multidisciplinar.*

SHIGLEY, J.E., Projeto de engenharia mecânica, Ed. Bookman, 7ed, 2005.

Professor Emérito na Universidade de Michigan

COLLINS JA (2008)

“**ENGENHARIA** → *Mistura criteriosa de*
CIÊNCIA e ARTE”

CIÊNCIA = conhecimento organizado

ARTE = habilidade adquirida (estudo, observação,
experiência, intuição, criatividade)

COLLINS, J.A. Projeto Mecânico de Elementos de Máquinas. LTC, 2008

Professor da Universidade do Estado de Ohio

JUVINALL RC University of Michigan

MARSHEK, KM University of Texas

O projeto mecânico é uma **ciência aplicada** que

faz uso do “julgamento da engenharia”.

Projeto como Tecnologia

Projeto como Ciência

JUVINALL RC

*“O engenheiro deve possuir habilidade
suficiente para prever situações potenciais de
risco.”*

JUVINALL, R.C. Fundamentos do Projeto de Componentes de Máquinas. LTC, 2008

NIEMANN G

*“Um homem que deseja projetar...
que observe, inicialmente, e pense!”*

NIEMANN G. Elementos de Máquinas, 1971

ASIMOW (1968)

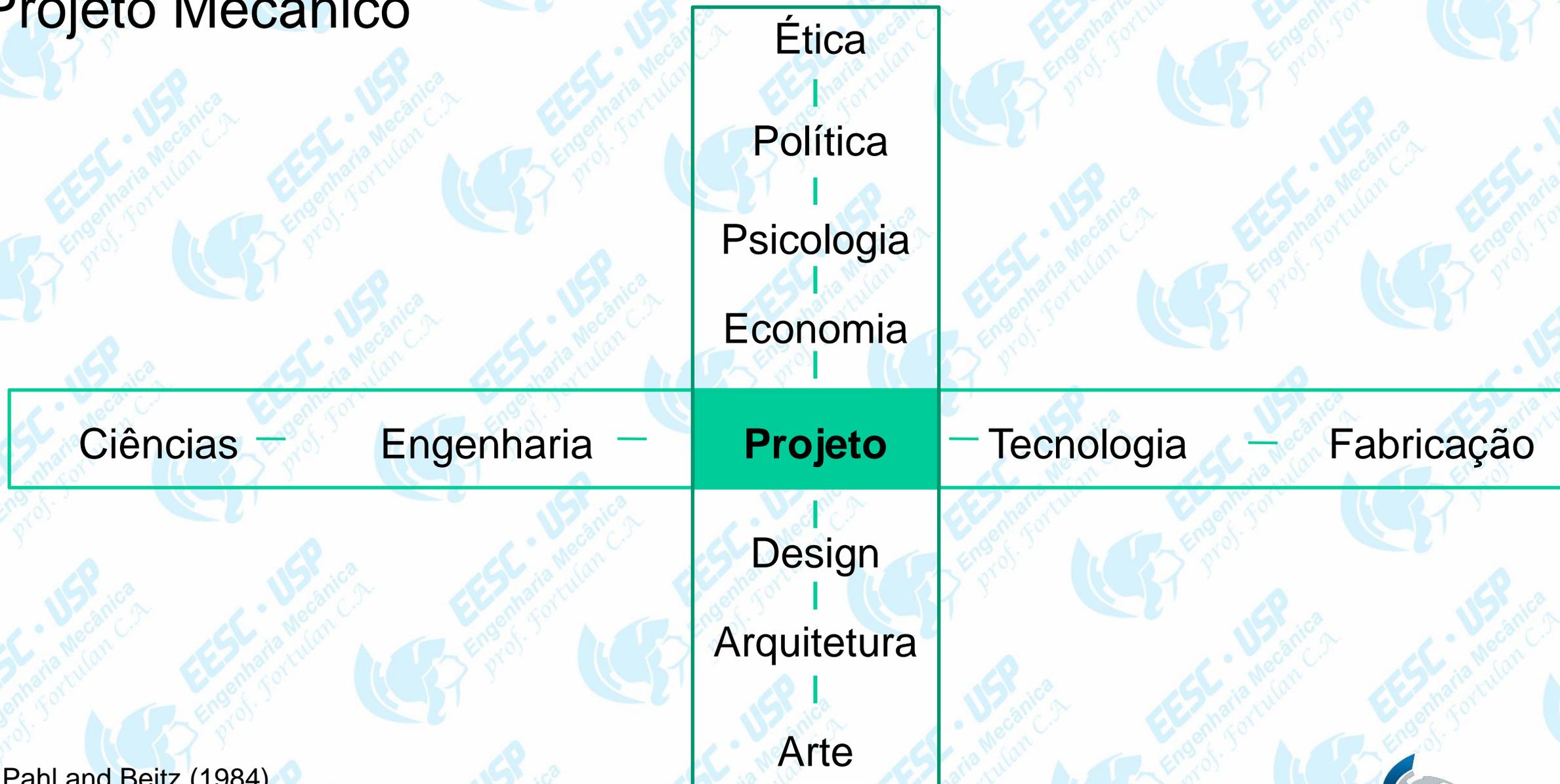
“Projeto de engenharia é uma atividade orientada para o atendimento das necessidades humanas, principalmente daquelas que podem ser satisfeitas por fatores tecnológicos da nossa cultura.”

Atributos de um Engenheiro

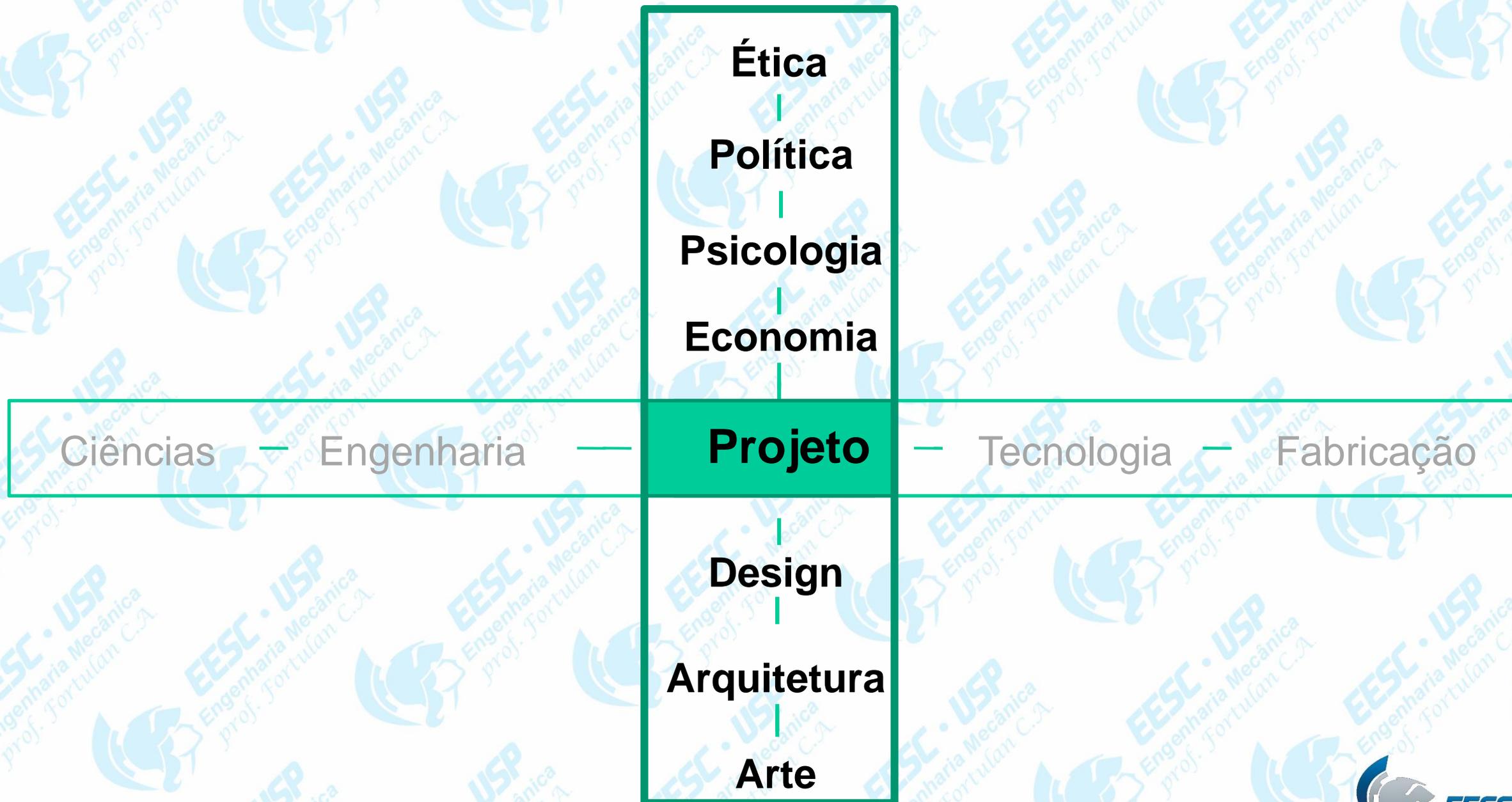
- ✓ Concepção e o projeto de sistemas.
- ✓ Capacitação

TURNBULL, J (2010)

Projeto Mecânico



Pahl and Beitz (1984)



Ética

Responsabilidade

Projeto



- bem estar público;
- qualidade;
- confiabilidade;
- segurança.

Código NSPE →

- 6 princípios fundamentais;
- 5 regras da prática;
- 9 obrigações profissionais.

National Society of Professional Engineers

COLLINS, p.13

Política

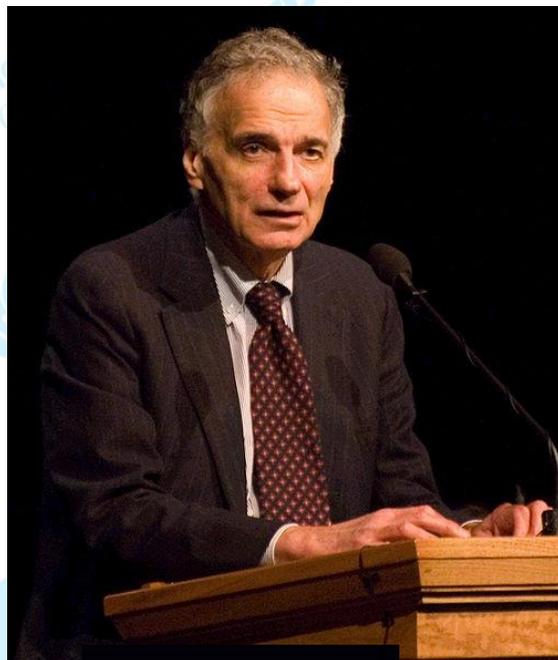
Algumas decisões de projeto são legislativas:

Coeficiente de segurança;

Pro-álcool;

....

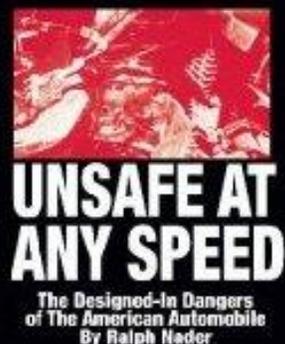
Política - Ética



Ralph Nader – advogado

Escreveu um livro – *Unsafe at any speed* (1965) com críticas à falta de segurança de diversos automóveis americanos, em especial ao Chevrolet Corvair. Foi processado pela GM mas teve ganho de causa.

Chevrolet Corvair 1950 -1969 → (1.786.243 un.)



1965 Chevrolet Corvair

Design

“A forma segue a função”

“Função e estética devem ser
tratadas com igual
importância”

Henry Petyroski, 2006
Duke University



1993



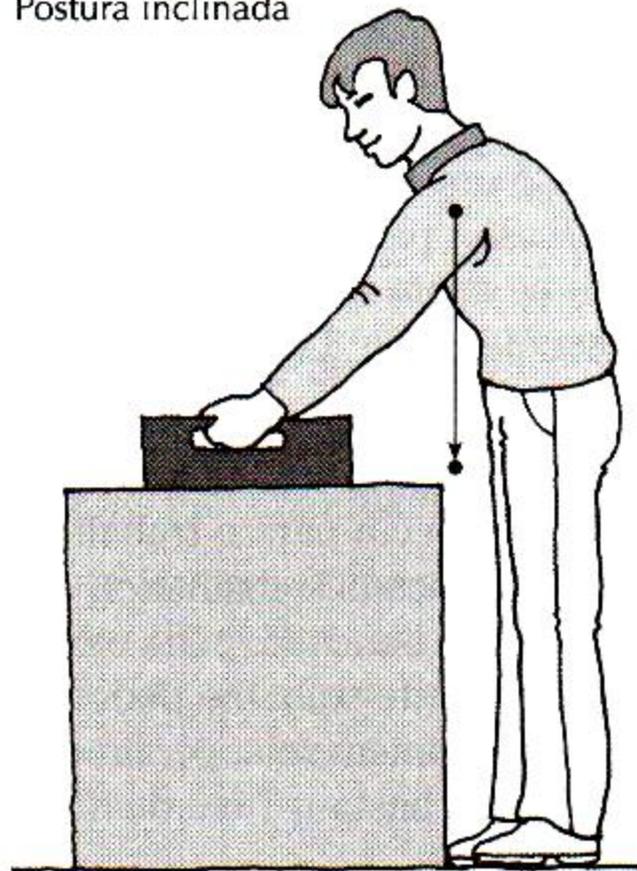
2001



2006

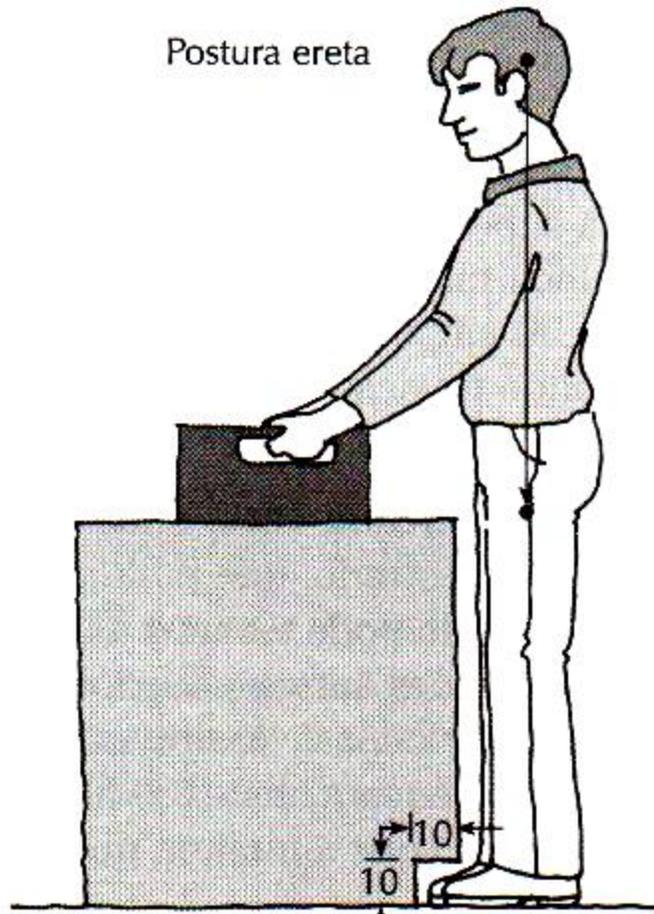
Ergonomia

Postura inclinada



Sem espaço para os pés

Postura ereta



Com espaço para os pés

IIDA 2005 -

Psicologia

ESQUERDO

Lógico e Racional

Digital

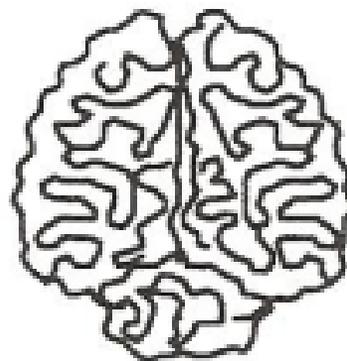
Inteligência

Tese, Antítese

Abstrato e Simbólico

Conceitual

Seqüencial-Linear



DIREITO

Intuitivo

Analógico

Criatividade-arte

Inspiração

Concreto

Holístico

Espacial
(Geométrico)

CENTRAL

Política

Hereditariedade

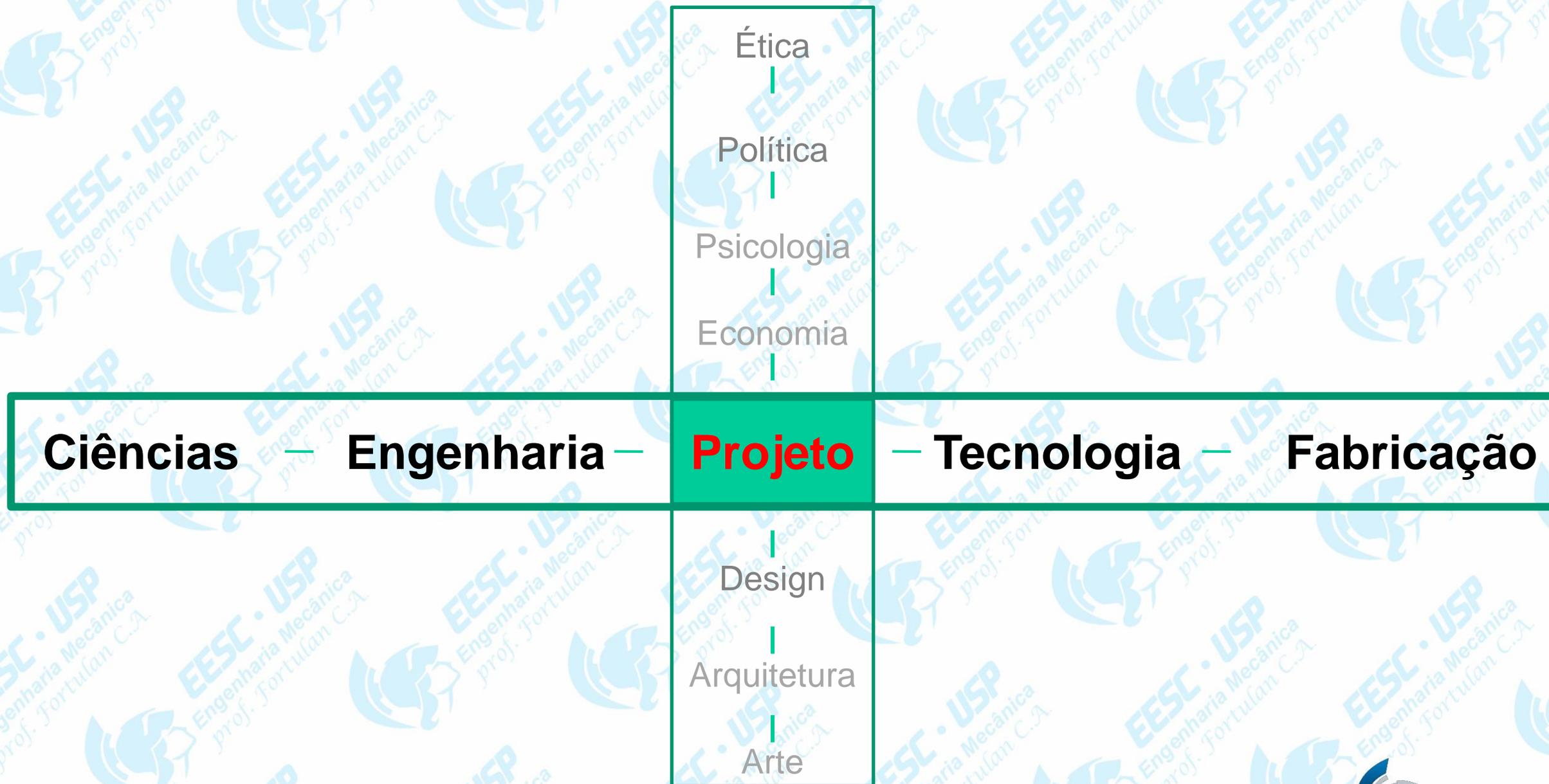
Instintivo

Realista

Executivo

Pragmático

Raciocínio de Guerra



Engenharia - Tecnologia - Fabricação



Mini-máquinas –

2017

- 01 – Elevador de automóvel para estacionamento (2 autos)
- 02 – Coletora de livros para Biblioteca
- 03 – Impressora DLP *Top Load* para massas viscosas
- 04 – Puxador contínuo de microfibras

2018

- 01 – Cadeira de rodas segway
- 02 – Máquina de usinagem de calotas esféricas;
- 03 – Mini envazadora de cerveja;
- 04 - Roller mill

Mini-máquinas - propostas de projeto

2019

- 01 – Máquina de usinagem de calotas esféricas com coordenada polar;
- 02 – Roller Mill;
- 03 – Elevador doméstico;
- 04 – Nano Tribometro.

2020

- 01- Respirador Mecânico;
- 02 - Rotomoldagem;
- 03 – Transferência de cadeira de rodas para automóvel;
- 04 - Módulo acumulador e de tratamento de livros (COVID 19) para a coletora automática.

Critérios para a seleção dos projetos:

- Que tenha um acionamento;
- Que uma movimentação;
- Que receba e transmita esforço;

- Que não seja um projeto realizado em anos passados.

Bibliografia

Principal:

Alexander H. Slocum. Precision Machine Design. Prentice Hall Inc. 1992.

SHIGLEY, J. E., MINSCHKE, C. R., BUDYNAS, R. G. Projeto de Engenharia Mecânica. Bookman. Porto Alegre. 7 ed. 960p. 2005.

McCahan S, ET AL. Projetos de engenharia - Uma introdução. LTC - Livros tec. e Científicos. 2017. 480p ISBN 13: 9788521634454.

PAHL, G. et al. Projeto na Engenharia - Fundamentos do desenvolvimento eficaz de produtos. Edgard Blucher. São Paulo. 411p. 2005.

COLLINS J. A. Projeto Mecânico de Elementos de Máquinas - Uma perspectiva de Prevenção da Falha. LTC - Livros Técnicos e Científicos. Rio de Janeiro. 4 ed. 740p. 2008.

JUNINALL, R. C., MARSHEK, K. M. Fundamentos do Projeto de Componentes de Máquinas. LTC - Livros Técnicos e Científicos. Rio de Janeiro. 4 ed. 2008.

NORTON, R. L. Projeto de Máquinas. Artmed. Porto Alegre. 2 ed. 931p. 2000.

SHACKELFORD, J. F. Ciência dos Materiais. Pearson Education do Brasil. 6 ed. São Paulo. 555p. 2008.

CALLISTER JR., W. D. Materials Science and Engineering - An Introcutiokn. John Wiley & Sons. Canadá. 3 ed. 809p. 1994.

ASHBY, M. F. Materials Selection in Mechanical Design. Pergamon Press. Oxford - UK. 1 ed. 311p 1992.

Complementar:

PURQUERIO, B. de M. Minimáquinas para a Conformação de Materiais Cerâmicos. Poliméricos e Metálicos (Apostila). EESC-USP. São Carlos. 78p. 2010.

PURQUERIO, B. de M. Projeto Mecânico - Introdução (Apostila). EESC-USP. São Carlos. 2009.

PURQUERIO, B. de M. Projeto Mecânico - Seleção e Aplicação de Rolamentos SKF (Apostila. Fonte: www.skf.com.br). EESC-USP. São Carlos. 35p. 2009.

PURQUERIO, B. de M. Granito Sintético para Estruturas de Máquinas. (Apostila). EESC-USP. São Carlos, 155p. 2011.

PURQUERIO, B. de M. Motores Elétricos (Apostila). EESC-USP. São Carlos. 55p. 2007.

PURQUERIO, B. de M. Projeto Mecânico - Introdução (Apostila). EESC-USP. São Carlos. 2009.

PURQUERIO, B. de M. Tribologia - Mancais Aerostáticos. (Apostila). EESC-USP. São Carlos, 2009.