



A CIÊNCIA COMO
INSTRUMENTO E COMO
VALOR PARA A CONQUISTA
DO TER E SER.

A UNIVERSIDADE E OS DESAFIOS
DO SÉCULO XXI



Pr. Josué Lima

XIII Semana do IME

16 a 19 de Outubro de 2018

Luiz
Bevilacqua

A UNIVERSIDADE DO FUTURO

4. Guardiã dos valores universais das aspirações humanas?

A MISSÃO E IDENTIDADE DA UNIVERSIDADE:

HUMANIDADES, FILOSOFIA, ARTES, CIÊNCIAS DA NATUREZA, MATEMÁTICA

UFABC 2005 - The project of a university for the XXI century should be sustained by the **freedom to explore new paths** that will lead the University closer to its **original and universal purpose**: to discover, to invent and to think critically. The education system should encourage students to make **their own choices, to take risks, to accept challenges and to think creatively.**

Harvard – 2007 - A Harvard education is a liberal education—that is, an education conducted in a **spirit of free inquiry** undertaken **without concern for topical relevance or vocational utility**. This kind of learning is not only one of the enrichments of existence; it is **one of the achievements of civilization.**

A UNIVERSIDADE DO FUTURO

4. Guardiã dos valores universais das aspirações humanas?

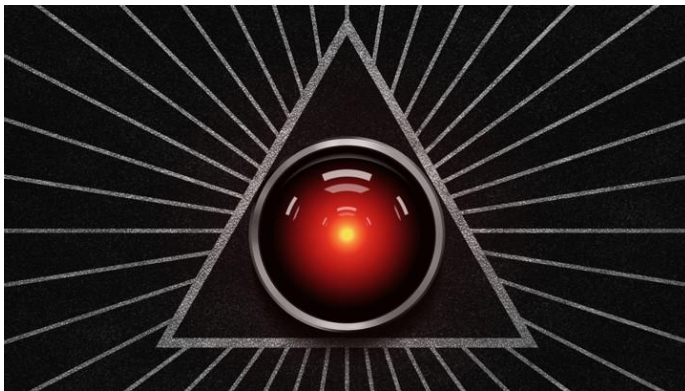
The Atlantic

How the Enlightenment Ends

Philosophically, intellectually—in every way—human society is unprepared for the rise of artificial intelligence.

[HENRY A. KISSINGER](#)

[JUNE 2018 ISSUE](#)



EDMON DE HARO

THREE YEARS AGO, at a conference on transatlantic issues, the subject of artificial intelligence appeared on the agenda. I was on the verge of skipping that session—it lay outside my usual concerns—but the beginning of the presentation held me in my seat.

A UNIVERSIDADE DO FUTURO

4. Guardiã dos valores universais das aspirações humanas?

Ø Ainda há espaço para esse pensamento na Universidade de nossos dias?

Albert Einstein

“Há momentos em que nos sentimos liberados dos nossos próprios limites e imperfeições humanas. Nesses instantes a gente se sente num pequeno canto de um pequeno planeta com o olhar fixo e maravilhado na beleza fria, porém profunda e emocionante do que é eterno e incompreensível. A vida e a morte se fundem e não há nem evolução nem destino, apenas ser.”

PEM

COPPE

1967-1975

Programa de Engenharia Mecânica - COPPE. Os primórdios. Implantação do Programa do Programa de Engenharia Mecânica. Prof. Nilo Farias. Engenharia Mecânica e Engenharia de Produção. Engenharia Mecânica e Engenharia Química. A implantação da Engenharia Civil. Engenharia Civil e Mecânica. As primeiras teses de mestrado da Engenharia Mecânica. A COPPE interdisciplinar dos anos 70 e 80. Os primeiros anos da engenharia mecânica. Recrutamento dos estudantes. A implantação dos primeiros laboratórios. A cooperação internacional. A influência da COPPE na graduação. O Programa de Engenharia Mecânica e sua influência na promoção do intercâmbio técnico-científico. COBEM 73, COBEM 75. A criação da ABCM. O golpe de 1973. O PEM à beira da extinção. SIBRAT um novo impulso com Petrobras e o programa nacional de energia nuclear. A recuperação. O papel do PEM na orientação de programas interdisciplinares.

A ÉPOCA DE OURO

ALBERTO COIMBRA



JOSE PELUCIO FERREIRA



Ephraim Sparrow



Ephraim Sparrow

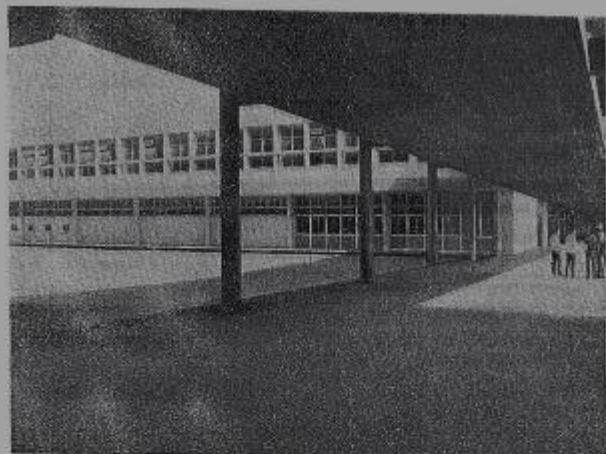
João José das Chagas Neto



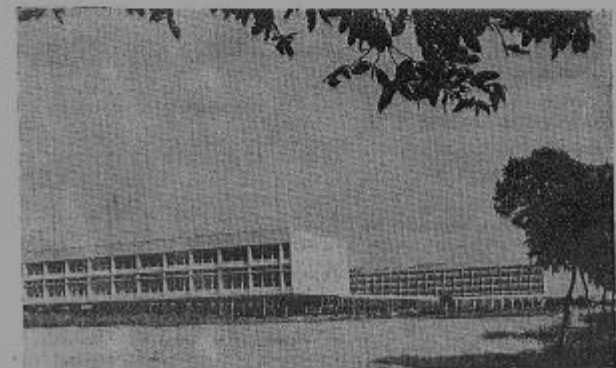
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
(Universidade do Brasil)



COPPE
Coordenação
dos Programas
de Pós-Graduação
de Engenharia



COPPE-UFRJ — Endereço Postal — Caixa Postal 1191 — ZC-00
Rio de Janeiro, GB
Endereço Telefônico — COPPEUB — Rio
Telefones — Direto: 30-0284 — Ramais 36 e 40: 30-1142, 30-3082;
30-6365, 30-7493, 30-4937, 30-3927



Catálogo 1966/1967

**COORDENAÇÃO DOS PROGRAMAS
PÓS-GRADUADOS DE ENGENHARIA**

**ENGENHARIA QUÍMICA
ENGENHARIA MECÂNICA
ENGENHARIA METALÚRGICA
ENGENHARIA ELÉTRICA**



UNIVERSIDADE DO BRASIL
Rio de Janeiro.

Catálogo 1967/1968

COORDENAÇÃO DOS PROGRAMAS PÓS-GRADUADOS DE ENGENHARIA

ENGENHARIA CIVIL

ESTRUTURAS — MECÂNICA DOS SOLOS — HIDRAULICA

ENGENHARIA ELÉTRICA

CIRCUITOS — COMUNICAÇÕES — CONTROLE — CONVERSÃO
E TRANSMISSÃO DE ENERGIA — ELETROMAGNETISMO
ELETRÔNICA — SEMICONDUTORES E ESTADO SÓLIDO

ENGENHARIA MECÂNICA

FABRICAÇÃO — TÉRMICA — MECÂNICA

ENGENHARIA METALÚRGICA

METALURGIA FÍSICA E CIÊNCIA DOS MATERIAIS
METALURGIA EXTRATIVA

ENGENHARIA NAVAL

PROPULSAO — ESTRUTURAS — HIDRODINAMICA

ENGENHARIA DA PRODUÇÃO

GERÊNCIA DA PRODUÇÃO — ECONOMIA DA PRODUÇÃO
ESTATÍSTICA APLICADA — PESQUISA OPERACIONAL
MODELOS MATEMÁTICOS

ENGENHARIA QUÍMICA

ENGENHARIA BIOQUÍMICA — PROCESSOS — OPERAÇÕES



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

ADMINISTRAÇÃO

UNIVERSIDADE DO BRASIL

Pedro Calmon Moniz de Bittencourt
Deolindo Couto
Iberê Gilson
Paulo de Goes
Carlos Chagas
Raymundo Moniz de Aragão

Reitor
Vice-Reitor
Decanos

Comissão de Pós-Graduação

Carlos Chagas
Raymundo Moniz de Aragão
Manoel da Fresta Moreira
Gilberto Villela
Hervásio de Carvalho
Paulo de Goes
Lindolfo de Carvalho Dias

Presidente
Vice-Presidente
Membros

Conselho de Pesquisas

Mauro Ribeiro Viegas
Carlos Cruz Lima
Paulo Emídio de Freitas Barbosa
José Lacerda de Araújo Feio
Clementino Braga Filho
Paulo de Goes

Presidente-Executivo
Membros

INSTITUTO DE QUIMICA

Athos da Silveira Ramos

Diretor-Presidente

ESCOLA NACIONAL DE QUIMICA

Paulo Emídio de Freitas Barbosa
Bernardo José Mascarenhas

Diretor
Chefe do Departamento
de Engenharia Química

ESCOLA NACIONAL DE ENGENHARIA

Afonso Henriques de Brito
Abraão Iseckson

Diretor

Chefe do Departamento
de Engenharia Mecânica

Ferruccio Fabriani

Chefe do Departamento
de Engenharia Metalúrgica

Ernani da Motta Rezende

Chefe do Departamento
de Engenharia Elétrica

Coordenação de Programas Pós-Graduados de Engenharia

Alberto Luiz Combra
Giulio Massarani

Coordenador

Chefe do Programa de
Engenharia Química

Francisco Nilo de Farias

Chefe do Programa de
Engenharia Mecânica

Ostene Barbosa Cardim

Chefe do Programa de
Engenharia Elétrica

DEPARTAMENTO DE CALCULO CIENTIFICO

COMPUTAÇÃO NOS ANOS 60

Professor Assistente: França Leite.
Instrutor: Marques, Viana
Auxiliar de Ensino: Weeks

O Departamento de Cálculo Científico funciona como órgão de apoio para todos os outros programas de Engenharia da COPPE. Alunos e professores utilizam-se das facilidades do computador científico para seus trabalhos de ensino e pesquisa, pois em diversos cursos da COPPE é exigido o conhecimento de programação para a realização de trabalhos curriculares.

O DCC ministra cursos de ciência de computadores no Programa de Engenharia Elétrica, e dá especial apoio aos cursos de Matemática, Pesquisa Operacional e Simulação, sendo que nos dois últimos, o auxílio é dado tanto na parte da programação como na Simulação de Jogos de Empresas.

Diversas teses de mestrado e trabalhos de pesquisa já foram executados utilizando os recursos do DCC.

O DCC propicia, regularmente, cursos de Programação Científica à COPPE em particular e à UFRJ em geral. Também executa processamento de natureza científica para diversos órgãos do Governo e para a indústria particular.

O DCC proporciona cursos e estágios para professores e engenheiros de outras Universidades ou Organizações brasileiras.

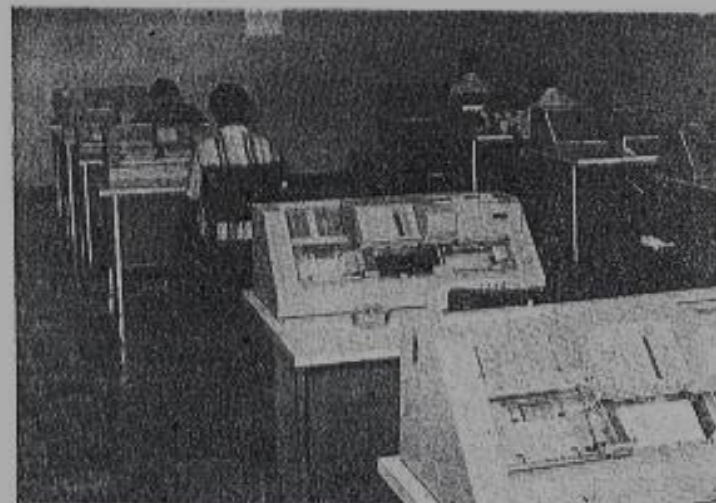
Atualmente o DCC conta com um sistema IBM 1130 modelo 2C. A unidade central IBM 1131 está equipada com uma memória de 16K palavras de 16 bits. Como memória auxiliar, o sistema possui três unidades de disco IBM 2315 com 512.000 palavras cada um, sendo que duas constituem a unidade IBM 2314. Esta unidade está ligada à unidade central através de um canal multiplexor IBM 1133.

Como equipamento de entrada e saída, o DCC possui uma leitora-perfuradora IBM 1442, modelo 7, uma impressora IBM 1132 de 80 linhas por minuto, leitora de fita de papel IBM 1134, perfuradora de fita de papel IBM 1055 e traçador de gráficos IBM 1627.



A Computação Digital — parte integrante do ensino na COPPE.

Computação de perforadoras de cartões do Departamento de Cálculo Científico.



A COPPE INTERDISCIPLINAR

Saddy, Maury: Engenheiro Químico, 1964, Escola de Química da UFRJ. M.Sc., 1966, COPPE-UFRJ.

Saint-Jean, Bernard: Engenheiro, 1957, Ecole Nationale Supérieure d'Aéronautique.

Santos, Sydney M.G.: Engenheiro Civil, 1935, Docente Livre, D.Sc., 1947, Catedrático, 1952, Escola de Engenharia da UFRJ. Docente Livre, D.Sc., 1948, Faculdade de Arquitetura da UFRJ.

Schetchman, Jack: Engenheiro Civil, 1961, Escola de Engenharia da UFRJ. M.Sc., 1968, COPPE-UFRJ.

Selaseo, João Luiz Harriot: Engenheiro Naval, 1964, Escola de Engenharia da UFRJ.

Silveira, Alexandre Magalhães da: Engenheiro Metalurgista, 1967, Escola de Engenharia da UFRJ.

Sochaczewski, Antônio Cláudio Leonardo Pereira: Engenheiro Mecânico, 1968, Escola Politécnica da PUC do RJ. M.Sc., 1968, COPPE-UFRJ.

Spinelli de Carvalho, Ricardo: Engenheiro Mecânico, 1966, Escola de Engenharia da UFRJ.

Szczupak, Jacques: Engenheiro Eletricista, 1968, Escola de Engenharia da UFRJ. M.Sc., 1967, COPPE-UFRJ.

Teixeira Filho, Djalma Rodrigues: Engenheiro Mecânico, 1966, Escola de Engenharia da UFRJ. M.Sc., 1966, COPPE-UFRJ.

Telles, Affonso Carlos Seabra da Silva: Químico Industrial e Engenheiro Químico, 1960, Escola de Química da UFRJ. M.Sc., 1963, Ph.D., 1967, University of Houston.

Vasconcellos Filho, Alcibiades de: Engenheiro Civil, 1962, Escola de Engenharia da UFMG. M.Sc., 1967, Stanford University.

Velloso, Dirceu de Alencar: Engenheiro Civil, 1954, Docente Livre, D.Sc., 1962, Escola de Engenharia da UFRJ.

Viana, Ismar: Engenheiro Eletrônico, 1966, Instituto Tecnológico da Aeronáutica.

Vieira, Edgard Souza Aguiar: Químico Industrial e Engenheiro Químico, 1963, Escola de Química da UFRJ. M.Sc., 1964, Instituto de Química da UFRJ.

Vieira da Silva, Rui Carlos: Engenheiro Civil, 1962, Escola de Engenharia da UFPE. Docteur d'Université, 1967, Faculté de Sciences de l'Université de Toulouse.

Weber, Hans Ingo: Engenheiro Mecânico, 1966, Escola Politécnica da USP. M.Sc., 1968, COPPE-UFRJ.

Weeks, Rollin Vernon: Matemático, B.S., 1964, Seattle Pacific College.

Yamagata, Nobuo: Engenheiro Civil, 1967, Escola de Engenharia da UFRJ.

Zoick, Samir: Engenheiro Eletrônico, 1964, Escola Politécnica da PUC do RJ. M.Sc., 1966, Netherland University Foundation for International Cooperation.

MESTRES EM CIÊNCIA DE 1868

Back, Nelson

"Vibração Longitudinal de Barras de Seção Variável"

Barczac, Czeslau L.

"Estudo Comparativo de Potência Elétrica por um Gerador Fotovoltaico com e sem Concentração de Fluxo Solar"

Blass, Arno

"Vibrações Transversais em Placas Circulares de Espessura Uniforme com Carregamento Radial"

Boaventura Netto, Paulo Oswald

"Eficiência de Técnicas de Otimização em Presença de Erro"

Chiyoshi, Fernando Yassuo

"Inspeção de Qualidade de Produtos com Duas Classes Possíveis de Defeitos"

Clezar, Carlos Alfredo

"Escoamento na Região de Transição em um Tubo à Juzante de uma Obstrução"

Costa, Paulo Sérgio de Mello

"Efeito da Variação do Ângulo de Pás e do Material na Eficiência de Turbinas de Pás Radiais"

Costa, João Sampaio

"Soluções da Equação da Camada Limite em Escoamento Turbulento"

Fernandes, Orlando Macêdo

"Influência do Transporte Sólido no Perfil de Velocidades em Escoamentos à Superfície Livre"

França, Genário de Carvalho

"Distribuição de Deformações nas Faces de um Cilindro de Concreto Submetido à Compressão Diametral"

Gomes, Paulo Alcântara

"Vibrações Livres de Placas Retangulares Submetidas à Carga Não Uniforme ao Longo de sua Superfície Média"

Gontarsky, Alberto Michal

OS PRIMEIROS
MESTRES

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

69

Raymundo Augusto de Castro Moniz de Aragão Reitor
Clementino Praga Filho Vice-reitor
Paulo Emídio de Freitas Barbosa Sub-reitor de ensino de gra-
duação e corpo discente
Paulo de Góes Sub-reitor para graduados e pesquisas
Luís Pedro Baster Pilar Sub-reitor de Patrimônio e Finanças
Guilherme Augusto Canêdo de Magalhães Sub-reitor de pes-
soal e serviços gerais
Alfredo do Amaral Osória Sub-reitor de desenvolvimento

Conselho de Ensino para Graduados e Pesquisas

Paulo de Góes Presidente
Afonso Seabra
Amadeu Cury
Hebe Martelli
Lindolfo de Carvalho Dias
José de Araújo Lacerda Feio
Manoel da Frota Moreira
Carlos Cruz Lima
José Leite Lopes
Miguel Franchini Netto
Evaristo de Moraes Filho
Alberto Luiz Coimbra
Antônio Boavista Nery
John Milne Albuquerque Forman

Instituto de Química

João Christóvão Cardozo Diretor

Escola de Química

Augusto Araújo Lopes Zamith Diretor
Bernardo José Macarenhas Chefe de Departamento

Escola de Engenharia

| | |
|-----------------------------|---|
| Afonso Henriques de Brito | Diretor |
| Antônio José da Costa Nunes | Vice-Diretor |
| Aderson Moreira da Rocha | Chefe do Departamento de Engenharia Civil |
| Hugo Cardoso da Silva | Chefe do Departamento de Engenharia Eletrônica |
| Abraão Becksohn | Chefe do Departamento de Engenharia Mecânica |
| Ferruccio Fabriani | Chefe do Departamento de Engenharia Metalúrgica |
| Sydney Gomes dos Santos | Chefe do Departamento de Engenharia Naval |

Instituto de Eletrotécnica

Aramãdo Bandeira de Lima Diretor

Coordenação dos Programas de Pós-Graduação de Engenharia

| | |
|--------------------------------|---|
| Alberto Luiz Coimbra | Coordenador |
| Ginilo Massarani | Chefe do Programa de Engenharia Química |
| † Arthur Palmeira Ripper Neto | Chefe do Programa de Engenharia Mecânica |
| José Lucas M. Rangel Neto | Chefe do Programa de Engenharia Eletrônica |
| Walter Arno Mannheimner | Chefe do Programa de Engenharia Metalúrgica |
| Fernando Luiz Lôbo B. Carneiro | Chefe do Programa de Engenharia Civil |
| Paulo Mattos de Lemos | Chefe do Programa de Engenharia da Produção |
| João Luiz Hauriot Selasco | Chefe do Programa de Engenharia Naval |
| Ubirajara Quaranta Cabral | Chefe do Programa de Engenharia Nuclear |
| Denis França Leite | Chefe do Departamento de Física Científica |

INDICE

| | |
|--|----|
| INFORMAÇÕES GERAIS | 6 |
| Objetivos e Filosofia | 6 |
| Histórico | 8 |
| Apoio Financeiro | 8 |
| Assistência Técnica Estrangeira | 9 |
| Instalações | 10 |
| Facilidades Oferecidas aos Estudantes | 10 |
| Governo da Coppe | 10 |
| Congregação | 11 |
| Conselho de Chefia | 11 |
| Administração | 12 |
| INFORMAÇÕES ACADEMICAS | 12 |
| Bolsas | 12 |
| Tempo Integral | 12 |
| Taxas Escolares | 13 |
| Avaliação do Aproveitamento | 14 |
| Concessão do Grau de Mestre em Ciência (M. Sc.) | 14 |
| Qualificações Necessárias aos Programas de M. Sc. | 14 |
| Concessão do Grau de Doutor em Ciência (D. Sc.) | 14 |
| Qualificações Necessárias aos Programas de D. Sc. | 15 |
| Admissão aos Programas | 15 |
| Documentos | 15 |
| Requisitos | 15 |
| Conselheiro Didático | 15 |
| Informações e Formulários | 15 |
| Calendário Escolar | 18 |
| PROGRAMA DE ENGENHARIA QUÍMICA | 24 |
| PROGRAMA DE ENGENHARIA MECÂNICA | 29 |
| PROGRAMA DE ENGENHARIA ELÉTRICA | 37 |
| PROGRAMA DE ENGENHARIA METALÚRGICA | 41 |
| PROGRAMA DE ENGENHARIA CIVIL | 47 |
| PROGRAMA DE ENGENHARIA DA PRODUÇÃO | 53 |
| PROGRAMA DE ENGENHARIA NAVAL | 56 |
| PROGRAMA DE ENGENHARIA NUCLEAR | 60 |
| CURSOS OFERECIDOS PELO GRUPO DE MATEMÁTICA DA COPPE | 62 |
| DEPARTAMENTO DE CÁLCULO CIENTÍFICO | 64 |
| Serviços de Computador | 64 |
| Laboratório de Computação Analógica | 65 |
| PESQUISA ACADEMICA | 67 |
| PESQUISA PATROCINADA | 68 |
| PESQUISAS DE BIONICA APLICADA | 68 |
| PUBLICAÇÕES TÉCNICAS | 70 |
| ANEXO DOCENTE | 70 |

COPPE - UFRJ — Enderêço Postal (Mailing Address):
Caixa Postal 1191
ZC-00 — Rio de Janeiro, GB
Enderêço Telegráfico: COPPEUB — Rio
Telefones: 230-0284 e 230-1444



A COPPE NA GRADUAÇÃO DA ESCOLA DE ENGENHARIA

A Cátedra de Resistência dos Materiais e
Grafostática

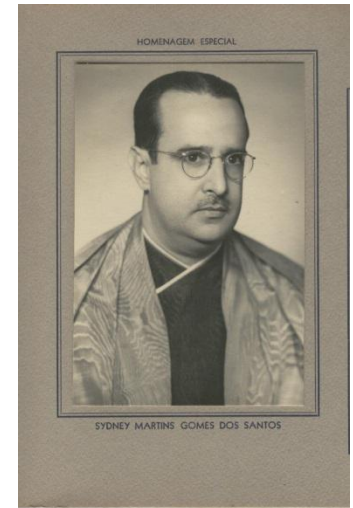
O Departamento de Mecânica Aplicada

Mecânica Racional (MecRac) → Dinâmica

P Appel → Thomas Kane → Tenebaum

AS SEIS TURMAS

A GRANDEC RISE

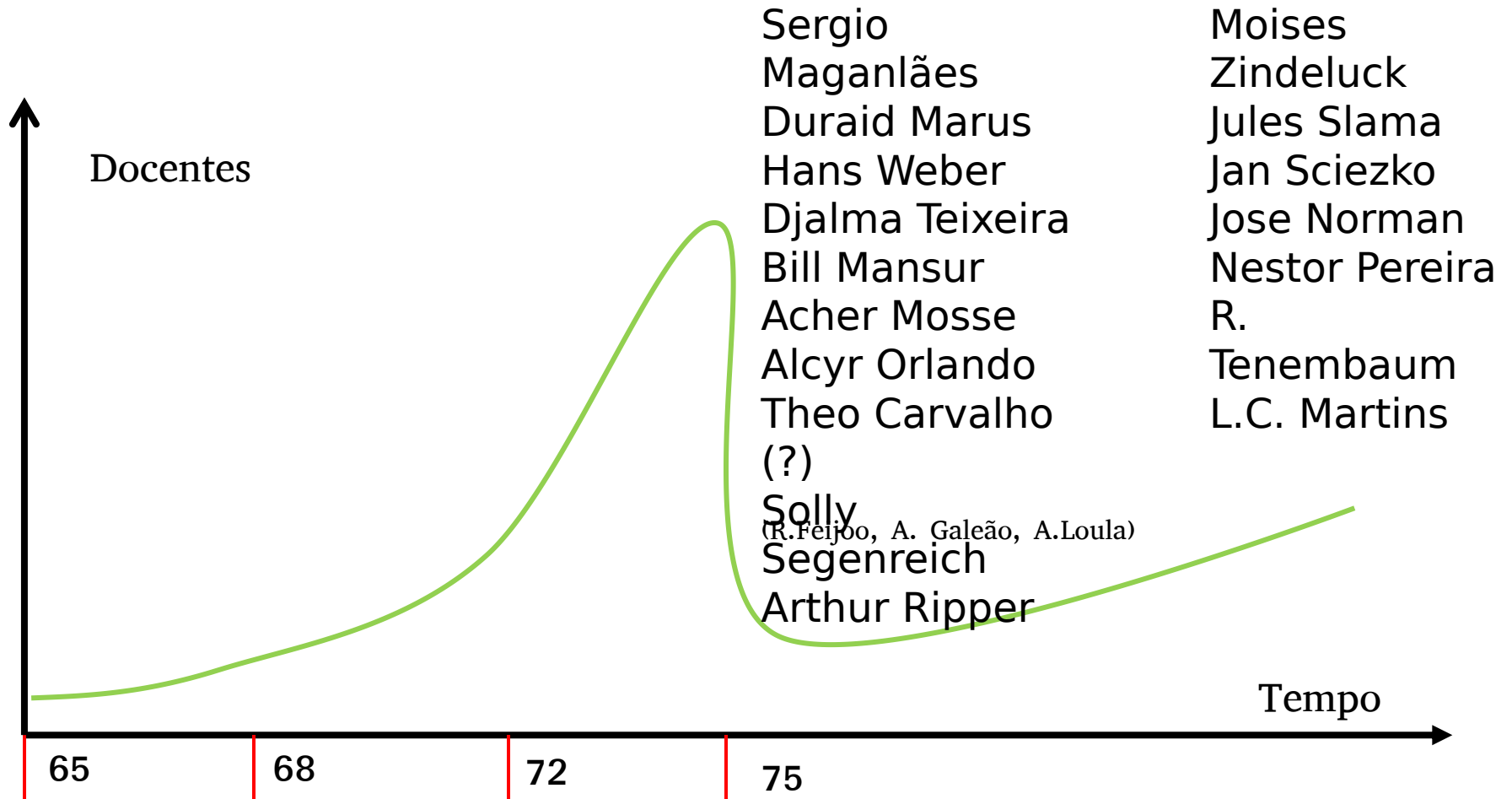


Pretextos – Demissão do Diretor – a tentativa de golpe interno – SIDNEY SANTOS o heroi

Eu – Sidney – Helio Fraga

Eu - Licença prêmio – Licença sem vencimentos – Luiz Renato Caldas





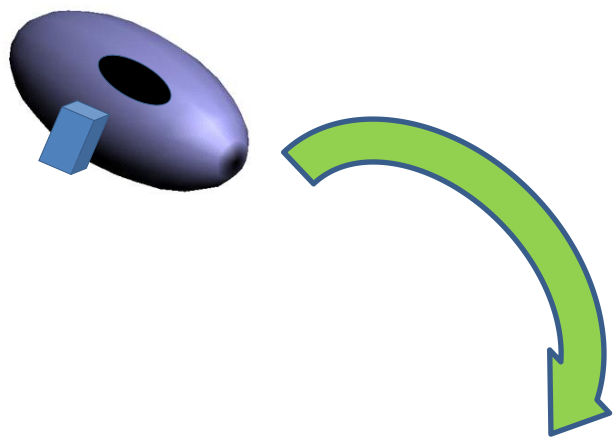
CRESCIMENTO

INICIO

COLAPSO

**MOISES
ZINDELUCK**





Hirata, Ramon, Liu
Hsu, Watanabe, Otto,
Leão,



LABORATÓRIOS

O ACORDO DO CAFÉ

POLONIA VS UK

REBAIXAMENTO

O PEM -COPPE
ALEM DOS MUROS DA
UFRJ

COBEM 73- COBEM 75

O COBEM 75 foi organizado em quatro grande sub-áreas do mesmo modo que o anterior reunindo os respectivos trabalhos em quatro volumes compondo os Anais do COBEM-75.

Volume A: Analise de tensões: métodos analíticos e experimentais; dinâmica e vibrações

Volume B: Mecânica dos fluidos: compressíveis e incompressíveis; termodinâmica; conversão de energia.

Volume C: Propriedade mecânicas de metais; tratamento termo-mecânico; bio-materiais;

Volume D: Métodos numéricos: elementos finitos; estabilidade de sistemas mecânicos, otimização de estruturas.

ABCM

COBEM 73

ANAIS

II Congresso Brasileiro
de Engenharia Mecânica

Volume A

Rio de Janeiro, RJ
5 - 7 de Novembro 1973

PROCEEDINGS ANAIS DO
III CONGRESSO BRASILEIRO
DE ENGENHARIA MECANICA

COBEM 75

ABCM • COPPE • CAPES

RIO DE JANEIRO 9/10/11 de dezembro de 1975

• VOLUME • A •

I Simpósio Brasileiro de Ciências Mecânicas

II Symposium Nacional de Engenharia Mecânica

5/6/7 de Novembro de 1973

CENTRO DE TECNOLOGIA DA UFRJ

RIO DE JANEIRO, GB, BRASIL

COPPE/CAPES

1.1 - O I Simpósio Brasileiro de Ciências Mecânicas e o II Symposium Nacional de Engenharia Mecânica serão realizados conjuntamente no período de 5 a 7 de novembro de 1973 na cidade do Rio de Janeiro, Estado da Guanabara, Brasil.

1.3 - A Comissão Organizadora dos Simpósios tem a seguinte constituição:

Dr. Luiz Bevilacqua - Presidente

Dr. Arthur Palmeira Ripper Neto - Vice-Presidente

Dr. Hans Ingo Weber - Tesoureiro

Dr. Djalma Rodrigues Teixeira Filho - 1º Secretário

Prof. Theo Furtado de Carvalho e Silva - 2º Secretário

4.6 - Serão oferecidas a todos os inscritos cópias gratuitas dos Anais dos Simpósios.

4.7 - Aos acompanhantes será oferecida uma visita turística aos pontos mais interessantes do Rio. O passeio (gratuito) ocupará a manhã e tarde do dia 6 de Novembro. As refeições correrão por conta dos interessados. Os pontos de chegada e partida bem como os respectivos horários serão os seguintes:

Papers by Countries

| | AUTORES E CO-AUTORES | | | | TOTAL |
|----------------|----------------------|----|----|----|-------|
| | A | B | C | D | |
| Brasil | 36 | 33 | 31 | 25 | 125 |
| Argentina | - | 2 | - | 7 | 9 |
| Canada | - | 4 | 6 | 1 | 11 |
| Chile | - | - | 3 | - | 3 |
| Inglaterra | 1 | - | - | - | 1 |
| França | 1 | - | - | 1 | 2 |
| Alemanha | - | 1 | - | 1 | 2 |
| Nigéria | - | 1 | - | - | 1 |
| Estados Unidos | 4 | 6 | 2 | 3 | 15 |
| Venezuela | 1 | - | 1 | 1 | 3 |
| Iugoslávia | - | - | 2 | - | 2 |

| TRABALHOS | | | | TOTAL |
|-----------|----|----|----|-------|
| A | B | C | D | |
| 21 | 20 | 19 | 20 | 80 |
| - | 2 | - | 2 | 4 |
| - | 3 | 2 | 1 | 6 |
| - | - | 1 | - | 1 |
| - | - | - | - | - |
| 1 | - | - | - | 1 |
| - | 1 | - | 1 | 2 |
| - | 1 | - | - | 1 |
| 2 | 3 | - | 2 | 7 |
| 1 | - | 1 | 1 | 3 |
| - | - | 1 | - | 1 |

TOTAL DE TRABALHOS → 106

VOL 1

SETEMBRO 1979

Nº 1

REVISTA
BRASILEIRA DE
CIENCIAS
MECANICAS

PUBLICAÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA DA
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIÊNCIAS MECÂNICAS

REVISTA
BRASILEIRA DE
CIÊNCIAS
MECÂNICAS

VOL. I SET. 1979 N.º 1



ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIÊNCIAS MECÂNICAS

CONSELHO DIRETOR

Sidney Stuckenbruck (Presidente); Hans Ingo Weber; Sely A. Segenreich;
Fausto Rodrigues; Pedro Carajiloscov; Joaquim Severino P. Neto;
Nelson Bach.

L. Serfaty
Editor Responsável

CONSELHO EDITORIAL

A. Bass

J. J. Espinola

R. A. Feijó

G. A. Feldman

M. H. Hiza

L. Itu

D. Malvern

O. Malzavito

G. Messner

F. E. M. Sbraya

J. T. Siliwa

F. Venêdo Riba

| | |
|--|-----|
| Editorial | iii |
| Projeto de Suportes Dissipadores de Energia para Tubulações — Manuel Américo G. Silva | 1 |
| Modelo de Canal Cuente para Reatores a Água Leve Pressurizada — Elton Silva Filho, Pedro Carajiloscov | 11 |
| Sobre o Tensor Condutividade Térmica em Meios Porosos Rígidos — Gilberto Medeiros Kremer, Rubens Sampaio Filho | 21 |
| Transient Waveforms for the Simulation of Shock Environments on Vibrators — S. K. Youst Gerges | 27 |
| Um Problema de Máximo Envolvendo Matrizes e a Decomposição Polar — Luiz C. Martins | 39 |
| Adaptação do modelo clássico de Eshelby ao cálculo da carga de laminção a frio de alumínio comercial — Edson Monteiro | 43 |
| Congressos, Encontros, Etc. | 49 |
| Livros, Periódicos, Relatórias | 51 |

PROJETO DE SUPORTES DISSIPADORES DE ENERGIA PARA TUBULAÇÕES

MANUEL AMÉRICO G. SILVA
PROVIM ENGENHARIA, RD DE JANEIRO, RJ

SUMÁRIO

A ruptura de tubulações de alta energia pode originar um acidente de grandes dimensões ocasionando graves prejuízos ao equipamento e estruturas vizinhas. Uma das técnicas possíveis de controle desse movimento ocorre na montagem, em locais apropriados, de dispositivos que dissipam a energia cinética da tubulação, geralmente por deformação plástica. O objetivo deste trabalho é analisar os tipos de dispositivos mecânicos mais usados, caracterizá-los sob o ponto de vista de projeto estrutural e indicar a compatibilidade de análise que tem sido proposta. Apresentam-se ainda aspectos conceituais de influência exercida na resposta dos dissipadores pela utilização de parâmetros ideologicamente como de restrição impeditiva.

INTRODUÇÃO

Em dos temas do projeto de tubulações nucleares é o dimensionamento de suportes destinados a amortecer o movimento de tubulações que nelas impactam após a ruptura accidental das mesmas.

A proteção do equipamento e/ou estruturas essenciais à segurança do funcionamento de centrais nucleares e à saúde pública exige, por vezes, o estado de tais dispositivos para garantir o desempenho normal daqueles componentes mesmo que ocorra a ruptura accidental de tubulações de alta energia.

Essa proteção é, sempre que possível, assegurada pela inclusão de elementos interceptadores ou pelo adoção de sistemas redundantes. Estes métodos são inviabilizados, frequentemente, por limitações de espaço e recorre-se à instalação de restrições que apenas atuam se houver ruptura da tubulação.

A caracterização mecânica destas restrições ou suportes e a análise do sistema

tubulação-suporte sob o ponto de vista estrutural são objeto deste trabalho.

O conceito de tubulações de alta energia, implicitamente usado acima, está associado a condições de pressão e temperatura que dependem do regulamento definidor; nos Estados Unidos da América o atual critério classificatório baseia-se numa pressão interna $P_i \geq 275$ psi e/ou numa temperatura de operação $\geq 200^\circ\text{F}$ [1].

A ruptura das tubulações produz-se mais provavelmente em pontos de ocorrência de tensões ou fadiga relativa mais altas e os regulamentos postulam essa localização em pontos onde essas condições se verificam sob carga sísmica e com a usina em operação [2].

A ruptura pode ser longitudinal ou circumferencial [3]; admite-se na sequência do presente estudo que se verifica o último caso e que o sectionamento da tubulação é total (tipo guilhotina).

A força F induzida pelo escoamento de fluidos, correntemente chamada "blowdown", é

ser avaliada pelo estudo do fenômeno transitório termohidráulico que se segue à ruptura do tubo. O objetivo essencialmente estrutural deste trabalho exclui referência a esse análise termo-hidráulica, sendo a força F tomada como um dado do problema ou estimada e.g. pelos critérios do ANSI [4]. Aspectos típicos da dependência temporal de F estão esquematizados na Fig. 1 para valores baixo e alto de parâmetro de resistência f/D da linha, em que D é o diâmetro interno da tubulação, f é o coeficiente de atrito (dependente da rugosidade e do número de Reynolds) e L o comprimento equivalente da tubulação para avaliação de períodos de carga.

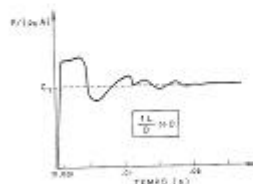
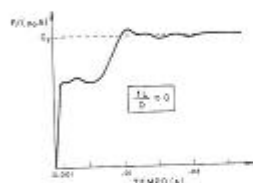


FIG. 1 - FORÇA RESULTANTE SOBRE TUBO (L = 10000 METROS, A = 0,001 METRO)

Descreve assim o sistema solicitante, após analisarem-se a seguir aspectos de mecânica das estruturas relacionadas com a concepção e o modelo matemático representativo do sistema e com técnicas de análise que tem sido propostas e utilizadas.

TIPOS DE SUPORTES

O isolamento térmico da linha e a necessidade de não impedir os seus movimentos em operação normal impõem a existência de folga entre o tubo e os suportes projetados para sustê-lo e chozimento da tubulação pós-ruptura.

Essa folga faz com que o tubo atinja o apoio armado de considerável energia cinética que deve ser essencialmente dissipada na deformação plástica do dispositivo de suporte.

Os suportes estão, por sua vez, ancorados no concreto ou ligados a estruturas metálicas que têm que suportar as cargas cinéticas que aquelas lhes transmitem. Preferê-se, por isso, que os suportes tenham um comportamento plástico ideal que dissipe a energia da tubulação para uma carga baixa compatível com a resistência da estrutura a que se ligam [5].

O movimento de retorno da tubulação, após atingido a deformação máxima do suporte, deve ser mínimo. Esta condição verifica-se tanto melhor, quanto maior for o quociente da energia dissipada inelasticamente pela energia elástica de deformação do suporte.

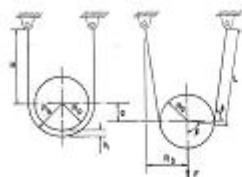
Diversos tipos de restrições têm sido propostos e alguns dos mais significativos são descritos a seguir e caracterizados sob o ponto de vista que mais importa à análise subsequente do resposta do sistema: a respectiva lei força-deslocamento.

a) Barras em U

Estes suportes dissipam energia através da deformação inelástica de tração que é limitada a 50% da deformação de ruptura, com se expontar à diante.

Importa observar que a folga efetiva g é superior à folga inicial g_1 , fato que não pode ser ignorado na análise porque condiz ao desenvolvimento de maiores forças do que as associadas a g_1 (Fig. 2).

A lei força-deslocamento tem o andamento típico mostrado na figura. Como exemplo, no caso do suporte comercializado pela GE sob o número M18419 para tubo de $\phi = 4,4"$, folga inicial $g_1 = 4"$, tenso $\sigma = 5,970$, $n = 0,255$ e $T_1 = 7522$ lb/in².



$$Q = P_0 - P_0$$

$$Q = P_0 \cos \theta + P_0 \sin \theta \cdot \sin(\theta + \alpha)$$

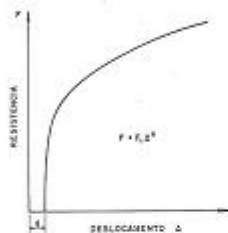


FIG. 2-RELAÇÃO FORÇA-DELOCAMENTO PARA BARRAS EM U

b) Apoiros esmagáveis axialmente

Os suportes deste tipo têm comportamento próximo do ideal conforme se verifica nas curvas apresentadas nas Figs. 3,4 para dois dispositivos típicos.

O apoio cilíndrico perfurado vem descrito em [6] e esquematiza-se na Fig. 3. É um suporte de concepção versátil, adaptável com facilidade às condições específicas de linha em que se instala. Durante o processo de esmagamento axial verifica-se o progressivo achatamento dos orifícios circulares.

A curva força-deslocamento pode estabelecer-se através de teste ou por análise não linear conduzida pelo método dos elementos finitos [5].

O apoio em favo integra-se também nesta categoria de apoios dissipadores de energia. O nome resulta da sua estrutura celular em favo de mel; o comportamento mecânico é semelhante

ao do cilindro perfurado. A avaliação das suas propriedades dinâmicas requer que sejam feitos testes experimentais. As características de um apoio típico e a respectiva curva constitutiva esquematizam-se na Fig. 4 que se adapta de [6].

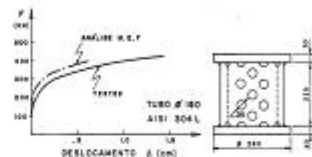


FIG. 3-RELAÇÃO FORÇA-DELOCAMENTO PARA APOIO CILÍNDRICO PERFURADO [3]

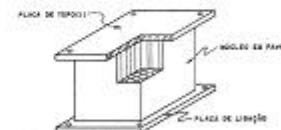
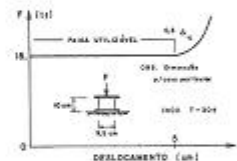


FIG. 4-SUPORTE ESMAÇÁVEL EM FAVO (ACRIL. HULL)

c) Apoiros esmagáveis à flexão

O caso de esmagamento do dispositivo de apoio ser acompanhado de ponderáveis esforços de flexão é ilustrado e.g. pela utilização de tubos curtos colocados transversalmente à linha. A absorção de energia processa-se enquanto o suporte se deforma plasticamente por flexão.

Em [7] descrevem-se diversos testes, em condições quase estáticas, que superam a aplicabilidade destes suportes e o bom comportamento de eixos comprimidos entre placas rígidas na dissipação da energia cinética de tubulação.

A Fig. 5 reproduz resultados descritos em [7] para tubos de Ø 3" - Sub. 80 servindo de apoio, mostrando a influência do comprimento L do apoio e do diâmetro da tubulação na relação força-deslocamento.

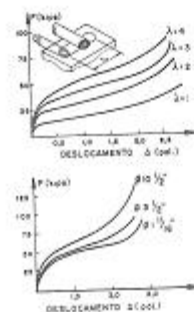


FIG. 5-INFLUÊNCIA DE L/d E DO DIÂMETRO DA TUBULAÇÃO EM FIBR

O esmagamento de um tubo entre placas rígidas foi estudado analiticamente e experimentalmente [8] tendo sido estabelecida a carga de plasticização inicial e a lei de deformação de que se mostram exemplos típicos na Fig. 6. Um trabalho extensivo sobre dispositivos antecessores de choque em pontas, desenvolvido por A. Perrone [9], oferece dados sobre o esmagamento de anéis e sugere leis constitutivas simplificadas (Fig. 7).

A influência de outros parâmetros, e.g. a própria plasticização local da tubulação-próxima, encontra-se estudada na literatura podendo modificar-se relações analíticas baseadas em modelos simples para os levar em conta.

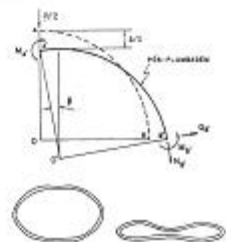


FIG. 6-ESMAÇAMENTO DE TUBO ENTRE PLACAS RÍGIDAS

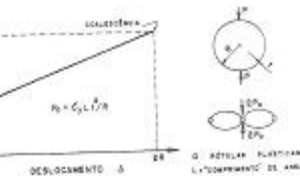


FIG. 7-DIAGRAMA FORÇA-DELOCAMENTO PARA ANEL PLÁSTICO [9]

d) Apoiros de concreto

A utilização de concreto celular para dissipar a energia cinética tem merecido alguma atenção, encontrando-se resultados de testes e curvas $F = \Delta$ em [8]. A Fig. 8 é adaptada de [10] e ilustra o tipo de resultados obtidos para suporte semi-anelar de concreto celular.

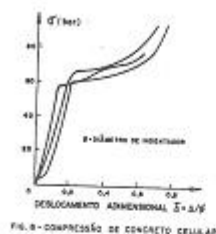


FIG. 8 - COMPRESSÃO DE CONCRETO CELULAR

Vigas de concreto armado podem usar-se também como amortecedores, conjugando baixo custo com grande inércia, desde que haja espaço suficiente disponível. Uma descrição pormenorizada desta classe de apoios acha-se, e.g., em [1].

4) Estruturas metálicas dúcteis

Este tipo de suporte em aço carbono é projetado de modo a absorver a energia através da formação de rótulas plásticas. O projeto desta classe de apoios baseia-se em conceitos correntes de análise plástica de estruturas podendo encontrar-se exemplos de aplicação de referências ao caso de suportes com folga na referência [12].

As leis força-deslocamento para elementos respondendo essencialmente sob esforço axial ou à flexão são esquematizadas na Fig. 9 caracterizando funções de resistência bilineares.

Nos materiais dúcteis o valor permitido $\sigma_{0.2}$ e a máxima deformação ϵ_{max} durante o fenômeno transiente SDS de deformação mínimas de ruptura ϵ_u achada experimentalmente ou SDS de valor especificado para ϵ_u se for provado que esse valor é suficientemente conservativo [8].

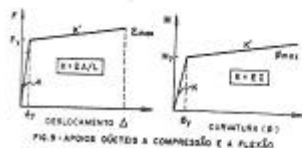


FIG. 9 - APOIOS DÚCTeis A COMPRESSÃO E A FLEXÃO

f) Tirantes de aço inoxidável

Barra de aço inoxidável capazes de dissipar energia através de deformação inelástica de tração são também utilizados. Uma configuração possível destes dispositivos é ilustrada pela Fig. 10.



FIG. 10 - TIRANTE METÁLICO SIMPLES

MODELO MATEMÁTICO

Generalidades. As características da força de "blowdown", a localização postulada dos pontos de ruptura e a configuração típica das tubulações permitem que a análise das tensões e deformações seja feita na vizinhança da seção em que ocorre a ruptura [13], embora haja análises menos recentes em que a representação do sistema é mais estendida [14]. A ruptura tipo pulloutna associada, por aquelas razões, um modelo mecânico simples de viga cantilever com suporte dissipador próximo do ponto de ruptura postulada.

A avaliação rigorosa dos efeitos das não-linearidades materiais e geométricas e da velocidade de deformação não é, em geral, necessária para projeto. A folga e a deformabilidade do suporte permitem que se despreze a não-linearidade geométrica; por outro lado, o ganho em rigidez com a introdução da taxa de formação é pouco significativo do ponto de vista de engenharia para os materiais comumente usados. Deve, porém, verificar-se que a capacidade de absorção de energia não seja diminuída pela menor deformação de ruptura causada pelo endurecimento do material.

A não-linearidade material do suporte representa-se através das leis constitutivas, adotando-se frequentemente diagramas bilineares que aproximam as curvas reais às referidas na descrição de tipos de apoios disponíveis.

O comportamento do tubo tem sido considerado de elasto-plástico [15] ou rígido-plástico [16], conforme o tipo de análise que se escolheu. A seleção do método de análise condiz com o modelo matemático e deve ser baseada nos parâmetros que regem as decisões de projeto de engenharia: disponibilidade de analistas e computador, rigor exigível, custos máximos. Na seção seguinte faz-se uma descrição resumida dos métodos usados mais frequentemente, comparando-se os resultados para o caso mais simples do suporte ser colocado na seção em que atua a força relativa F e estendendo algumas conclusões apresentadas em [17].

Integração Numérica. A escolha do método de integração numérica merece tratamento separado e tem sido objeto de numerosas contribuições, e.g., [8, 10], não cabendo neste texto uma referência aprofundada. Parece interessante, porém, incluir conclusões de S.M. Key [20] no que respeita ao acoplamento entre a escolha do método de integração no tempo e a discretização da massa. Em sistemas simples foi encontrado, por exemplo, que massa consistente com diferenças centrais, massa diagonal com método incondicionalmente estável de Newmark, massa consistente com Newmark $\beta=1/12$, são combinações desaconselháveis e menos convenientes do que os pares de massa diagonal com diferenças centrais ou massa consistente com a técnica de Newmark com $\beta=1/6$.

Resulta do exposto que não é fundamentada a ideia de que a utilização de massa consistente conduz sempre a resultados mais confiáveis do que a massa diagonal.

MÉTODOS DE ANÁLISE

Neste capítulo apresentam-se de forma sucinta os principais métodos de análise que tem sido propostos, bem como a comparação de resultados obtidos ao aplicá-los a sistemas representativos.

Modelo Massa-Mola. Neste modelo mais simples, esquematizado na Fig. 11, o sistema representa-se por uma barra de comprimento L_0 e massa linear m que roda em torno de uma rótula fixa onde atua um momento M_0 ; o comprimento

de L_0 representa a distância à extremidade livre A que se forma uma rótula plástica, de acordo com um modelo rígido-plástico [2], e vale $L_0 = 3 M_0 / F$.

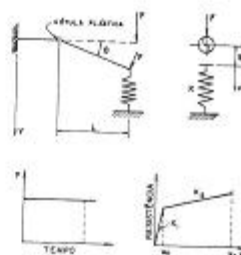


FIG. 11 - ESQUEMA DE MODELOS CINEMÁTICO E MASSA-MOLA

Utilizando os símbolos definidos na Fig. 11, a equação de conservação de energia, entre o momento inicial e o de deformação máxima da mola u_0 , assume a forma:

$$F(\sigma_0 u_0 + 0,25 \epsilon_u u_0^2) + 0,5 [2 \epsilon_u \sigma_0 m_0 u_0] \sin \theta_0 \quad (1)$$

em que $\sin \theta_0 = u_0 / L_0$. Fazendo $\theta = (\sigma_0 u_0) / \sigma_0 L_0$ obtém-se

$$[\sigma_0 / \sigma_0]^2 - [2 \epsilon_u / \sigma_0] F [u_0 / L_0] + 1 - \cos \theta = 0 \quad (2)$$

com

$$m = M_0 / L_0, \quad \sigma_0 = F, \quad \bar{F} = (4u_0/3) F / \epsilon_u L_0.$$

A equação (2) pode derivar-se igualmente a partir do movimento de haste [12]. A resolução de (2) permite obter a deformação máxima na mola e o fator FA que multiplicado por F indica qual a força máxima que o suporte transmite à estrutura em que se aplica:

$$FA = \left[\frac{1}{2} \left(1 + \sqrt{1 + \frac{4 \bar{F}}{\sigma_0}} \right) \right]^2 \quad (3)$$

Os parâmetros adimensionais introduzidos acima são indicadores preliminares de quantidades que influenciam de modo importante a resposta do sistema.

Modelo cinemático. No modelo cinemático a rótula plástica não é fixa, podendo propagar-se ao longo do eixo do tubo. O modelo está explicado pormenorizadamente em [3] e o movimento num instante em que a nota está a ser deformada no trecho Kx_2 é essencialmente traduzido pelo sistema de equações diferenciais seguinte:

$$M(L+2L_0) + 0,5M_0 \ddot{\theta} + F_0 - K(L_0 - g) \quad (4a)$$

$$0,5M_0(L+2L_0) + M_0 \ddot{W} + [F_0 - K(L_0 - g)] L - M_0 \quad (4b)$$

com $L =$ distância instantânea da rótula à extremidade livre da haste.

A massa instantânea da haste $[M]$ é uma função crescente do tempo [1] e que amortece o movimento.

O modelo é cinemático e a solução do sistema em L e θ permite obter o fator de amplificação FA e a deformação máxima u_f . As mudanças de variáveis adequadas ao tratamento do sistema de equações e a integração deste acham-se descritas em [16].

Observa-se que a propagação da rótula plástica não se podem aplicar conceitos desenvolvidos na década de 50 para descontinuidades do tipo fraco, e.g. [2]. No modelo apresentado a velocidade da rótula é descontínua, descontinuidade que tem lugar numa derivada de ordem inferior à segunda e é, portanto, do tipo forte. A descontinuidade só desaparece quando a rótula permanece estacionária e que ocorre apenas ao fechamento da folga [3].

Modelo clássico de viga. O apoio é novamente representado por uma nota de lei constitutiva não linear, enquanto o tubo é modelado por segmento de viga com comportamento elasto-plástico. Utilizase o método dos elementos finitos, com duas incógnitas por nó (teoria clássica de viga), e admite-se descarga

As equações de movimento podem ser estabelecidas a partir do princípio dos deslocamentos virtuais na sua forma incremental. A plasticização do tubo, através da altura de uma seção reta, estão-se dividindo-o em elementos longitudinais [2].

A influência da pressão interna na resposta pode incluir-se no modelo como foi feito, por exemplo, no CBPF [2].

Este modelo permite a análise da história no tempo da resposta do sistema e com os resultados que comparan favoravelmente com os obtidos por métodos mais elaborados, como se referirá adiante.

Modelo plano de tensão. O suporte é representado por uma treliça plana de rigidez correspondente à do protótipo. A tubulação é modelada por uma placa retangular de altura igual ao diâmetro do tubo e espessura tal que a tensão de escoamento (como viga) seja $\sigma_y M_0 / W_0$, em que M_0 é o módulo da seção do tubo. O critério de escoamento seguido usualmente é o de Von Mises. As descargas do tubo e da nota são do tipo elástico.

A placa é subdividida em elementos retangulares de tensão plana, quadráticos, que segue uma lei constitutiva elasto-plástica. Este modelo é computacionalmente dispendioso, mas tem motivado numerosas referências e encontra-se descrito em [15] e aplicado ao que se designará, aqui e na sequência deste estudo, como problema de Ma-Bathe. Na COPPE tem sido feitos trabalhos baseados neste modelo [24].

Programas comercializados. Em trabalho desta natureza convém referir programas comercializados que permitem a resolução de problemas de choque. Atualmente citam-se o ADINA (ainda não disponível no Brasil) desenvolvido no MIT [18], o PIPERIP desenvolvido pela Nuclear Services Corporation e implementado pela CDC e a ANSYS. A experiência com estes programas, neste tipo de problemas e no Brasil, é reduzida e nem sempre é possível evitar dificuldades numéricas, até por não se saber como funcionam as rotinas do código e pelo método híbrido como o ANSYS se é documentado.

Comparação de métodos. O problema de tensão plana (30° , $t = 1,125$, $L = 360^\circ$) Ma-Bathe foi usado para estudo preliminar. O programa ANSYS para modelo de segmentos de tubo fornece resultados ligeiramente superiores aos do Ma-Bathe e custos do US\$75,00 e US\$135,00 para intervalos de tempo $\Delta t = 2 \times 10^{-4}$ e $\Delta t = 10^{-4}$ s respectivamente (Ma-Bathe usaram $\Delta t = 10^{-5}$ s). O mesmo programa, sobre o modelo de tensão plana, deu resultados mais precisos do que Ma-Bathe mas a um custo ainda mais elevado.

O modelo de viga clássica, resolvido por gentileza dos autores de [2] no seu Centro de Cálculo, deu resultados também coincidentes com os de Ma-Bathe a um custo mais baixo.

A coincidência desses resultados predispoz a que a comparação dos modelos se fizesse agora para os modelos (i) massa-nota, (ii) cing mático e (iii) viga clássica. Os resultados obtidos foram consistentes e reportam-se os obtidos para tubos de diâmetro 62" Sch. 80 e 60" Sch. 80, cheios de água. Os fatores de amplificação comparan-se com os obtidos por (iii) que são considerados "exatos".

TAB. 1
COMPARAÇÃO DE FATORES DE AMPLIFICAÇÃO PARA DIFERENTES FOLGAS
(200-2500, 1,125, 360, 1,125, 1,125, 1,125, 1,125)

| FOLGA (mm) | AMPLIFICAÇÃO FA | ERRO MASSA-MOLA (%) | ERRO CLÁSSICO (%) |
|---------------|--------------------|---------------------------|-------------------------|
| 1,27 | 1,11 | +1,8 | -6,1 |
| 2,54 | 1,23 | +9,0 | +16,6 |
| 5,08 | 1,44 | +7,6 | -19,4 |

TAB. 2
COMPARAÇÃO DE FATORES DE AMPLIFICAÇÃO PARA DIFERENTES FOLGAS
(200-2500, 1,125, 360, 1,125, 1,125, 1,125, 1,125)

| FOLGA (mm) | AMPLIFICAÇÃO FA | ERRO MASSA-MOLA (%) | ERRO CLÁSSICO (%) |
|---------------|--------------------|---------------------------|-------------------------|
| 2,040 | 1,51 | +6,6 | -2,6 |
| 2,720 | 1,39 | -1,5 | +14,3 |
| 4,080 | 1,33 | -11,2 | -24,9 |

Observa-se que erros se verificam tanto para linhas de pequeno como de grande diâmetro; que o modelo clássico dá resultados sistematicamente inferiores aos "exatos" e que FA aumenta com a folga e diminui com a força F , como se ilustrará pormenorizadamente adiante.

Mais importante é constatar que os métodos simplificados exigem um fator de correção para serem conservativos e que este fator depende fortemente do parâmetro $\lambda_1 = (F_0 / K_0 U_0)$ conforme indicam os resultados obtidos.

Outro parâmetro característico identificador é $\lambda_2 = (g/D)^{1/2}$ que é proporcional ao quociente da velocidade angular ao fechar a folga pela frequência fundamental do tubo engastado de comprimento L_0 .

Em casos estudados foi possível achar um fator de correção ξ que torna conservativos os valores obtidos pelo método cinemático e que é apenas função de λ_1 : $\xi = 1 + 1/3 \lambda_1$.

INTERPRETAÇÃO DE RESULTADOS

Parece útil incluir algumas conclusões qualitativas sobre a resposta do sistema e que poderão contribuir para ajudar a projetar discretamente os dissipadores de energia.

A influência da folga é evidenciada na Fig. 12 que mostra a história no tempo do deslocamento na extremidade, U_{max} , adimensionalizado por U_0 (deformação máxima linear de mg na Fig. 11). Se a ductilidade μ for definida pelo quociente da deformação u da nota por U_0 tem-se $\mu = (U_{max} / U_0) - 1$ e a figura indica qual a ductilidade que seria exigida do suporte para o desenvolvimento da resposta. O andamento da resposta é essencialmente parabólico até $\mu \approx 1$ como se esperaria, horizontalizando-se rapidamente para $\mu > 1$.

O tempo que o tubo leva a atingir a nota (1,4, 2,3 e 3,5 ms) sobrestimado pelo modelo cinemático (1,8, 2,8 e 3,9 ms) que, no entanto, prevê uma reversão do movimento para tempos (4,7, 5,3 e 6,7 ms) substancialmente mais curtos que os reais (7,1, 10,2 e 17,8 ms). Este comportamento atribui-se a um amortecimento exagerado que L introduz no modelo cing mático.

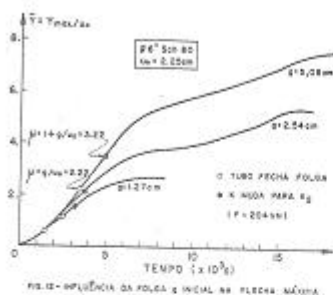
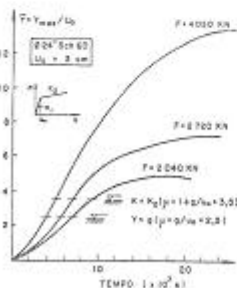


FIG. 13 - INFLUÊNCIA DA FOLGA E INICIAL NA FLECHA MÁXIMA.

A Fig. 13, mostra a influência da força F no comportamento do sistema para uma folga constante ($a_0 = 0,25$ cm). Observa-se que, embora (v_{max}/a_0) aumente com F , o fator de amplificação é diminuído, como se mostra na Tab. 2. O tempo de fechamento da folga diminui com F mas o instante em que $v = v_{max}$ é muito próximo (21,6, 22,1, 22,6 ms para $F = 2040, 2720, 4000$ kN).

FIG. 15 - INFLUÊNCIA DA FORÇA EXTERNA NA RESPOSTA PARA FOLGA INICIAL QUANTITATIVA ($a_0 = 0,25$ cm).

Finalmente a Fig. 14 mostra diversas configurações de haste até atingir a configuração de flecha máxima. Verifica-se que o sinal do campo de velocidade é função do ponto, fato que o modelo cinemático não pode traduzir.

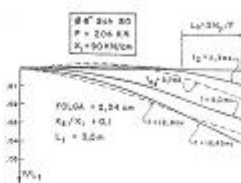


FIG. 14 - CONFIGURAÇÕES DO TUBO

CONCLUSÕES

O desenvolvimento de suportes diaxiais de energia está ainda numa fase inicial quer de concepção, quer de definição das propriedades características.

A definição da lei constitutiva dos suportes pode ser feita por métodos de análise, mas exige-se que inicialmente estes se façam preceder de número aceitável de testes experimentais que afirmem o rigor da representação analítica.

Definida a lei força-deslocamento do suporte há vários métodos possíveis para dimensionamento dos suportes. A menos que haja razões especiais para análise mais rigorosa (quando se puder usar o modelo de viga), o modelo cinemático corrigido ou até o modelo massa-mola fornecem valores utilizáveis para projeto.

A eventual necessidade de introduzir efeitos como os de vazilagem do tubo e pressão interna e obter resultados rigorosos e computacionalmente a custo aceitáveis, aconselha o desenvolvimento de procedimento baseado em modelo misto de elementos finitos (funcional de Reissner modificado) em conjunção com a

lei momento-curvatura do tubo. Este método está a ser desenvolvido, no momento, pelos autores de [3].

AGRADECIMENTOS

Ao Dr. Luiz Bevilacqua pelo estímulo e pela participação no desenvolvimento do trabalho. Ao Eng. A.C. Galeão pelo acesso aos resultados que obteve com o modelo clássico de viga.

REFERÊNCIAS

- J.K. Stevenson, "Summary of International Extreme Load Design Requirements for Nuclear Power Plant Facilities" Proceedings Conf. Struct. Anal. Des. Const. in NPP, 11, Porto Alegre, [Abril, 1978].
- ASPE - Section III - Appendix A [1977].
- L. Bevilacqua, M.A.G. Silva, "Estado do 'Pipe-whip' para Tabulações Nucleares", I Escola de Matemática Aplicada, CBPF, Rio de Janeiro, (Jan./Fev.-1976).
- ASCE 8176, ANS-58.3 "Design Basis for Protection of NPP Against Effects of Postulated Pipe Rupture" (Draft), (Jan.-1977).
- B. Villion, B. Monier, "Experimental Analysis of Energy Absorber for Steam Pipe Rupture", II SMIRT Conf., Paper P3/4, (Agosto, 1977).
- I. Rose, L.F. Swec, "Design and Analysis of Pipe Rupture Restraints", ASCE Spring Convention, Pittsburgh, [Abril, 1978].
- J.N. Fench et al., "Local Crush Rigidity of Pipes and Elbows", IV SMIRT Conf., Paper P3/8, (Agosto, 1977).
- J.A. de Runtz, P.G. Hodge, "Crushing of a Tube Between Rigid Plates", Journal Appl. Mech., (Setembro, 1963).
- H. Ferrero, "Thick Walled Rings for Energy-Absorbing Bridge Rail-Systems", Fed. Highway Adm. RD73-45, (Dezembro, 1972).
- P. Hermalsteen, L.L. Leblais, "The Use of Energy Absorbers to Protect Structures Against Impact Loading", Nuclear Eng'g Des. 32, (1976).
- C.P. Angstedt et al., "Dynamic Amplification Factors for Pipe-Whip Restraint Structure", Second ASCE Specialty Conf.-Struct. Des. NPP Facilities, (Dezembro, 1973).
- D. Dini, L. Lazzeri, "Modelling Techniques for Pipe-Whip Analysis", Nuclear Eng'g Des. 32, (1976).
- F.L. Cho et al., "Pipe Rupture Analysis of Main Steam Feedwater Pipings", Sargent and Lundy Report 71-8, (Abril, 1971).
- S.M. Ma, X.J. Sothe, "On the Finite Element Analysis of Pipe Whip Problems", Nuclear Eng'g Des. 32, (1976).
- L. Bevilacqua, M.A.G. Silva, "A Rigido-Plástico Model for Pipe-Whip Analysis", Conf. Anal. Proj. Const. Estr. Centrais Nucleares, III, Porto Alegre, [Abril, 1978].
- M.A.G. Silva, L. Bevilacqua, "Comparative Study of Models for Pipe-Whip Analysis", V SMIRT Conf., Paper F 7/5, Berlin (Agosto, 1979).
- L. Bevilacqua, "Geração de uma Família de Operadores Incrementais de Integração Numérica" Proc. II Cong. Bras. Eng. Mec., Paper 2-20, Florianópolis, (Dezembro, 1977).
- V.F. Dunbar, E.J. Bathe, "Choice and Application of Computer Programs in Pipe-Whip Analysis", Sec. ASCE Specialty Conf.-Struct. Des. NPP Facilities, (Dezembro, 1975).
- S.W. Key, "Concepts Underlying P.E.R. for Structural Analysis", Nuclear Eng'g Des. 00, (1978).
- P.S. Symonds, "Dynamic Load Characteristics in Plastic Bending of Beams", J. Appl. Mech., (Dezembro, 1953).
- A. Loula et al., "Um Modelo de Elemento Finito para o Estudo de Choqueamentos em Tubulações de Alta Energia", Conf. Anal. Proj. Const. Estr. Centrais Nucleares, III, Porto Alegre (Abril, 1978).
- J.H.C. Guerreiro et al., "Análise Dinâmica Elasto-Plástica de Vigas", CBPF, A0025/78 (Outubro, 1978).
- A.M. Costa et al., "Análise Elasto-Plástica de Tubulações Sujetas a Sollicitações de Curta Duração", I Congresso Brasileiro de Energia, Paper B-26, Rio de Janeiro (Dezembro, 1976).

UM PROBLEMA DE MÁXIMO ENVOLVENDO MATRIZES E A DECOMPOSIÇÃO POLAR

LUIZ G. MARTINS

DEPTO. ENGENHARIA MECÂNICA, COPPE/UFRJ, RIO DE JANEIRO, RJ

SUMÁRIO

Nô alguns anos, D. Gicioli propôs-se a encontrar a deformação rígida de um objeto cuja elasticidade (em termos do vetor ϵ^2 dos deslocamentos) é uma dada deformação homogênea fosse mínima. Ele provou que a solução é determinada pelo fator ortogonal na decomposição polar do gradiente da dada deformação. Ao se reconsiderar o trabalho de Gicioli tem-se inspiração para uma prova elementar do Teorema da Decomposição polar. No caso de espaços vetoriais complexos, J. von Neumann, em trabalho que reproduzimos parcialmente, quase chegou lá. Aqui mostramos como se faz exatamente para o caso real a prova, ainda mais elementar, pode ser vista em [1].

INTRODUÇÃO

Uma prova elementar do Teorema da Decomposição Polar, em espaços vetoriais reais, foi recentemente obtida num trabalho conjunto com F. Radice Balducci [2]. Após ter sido completado o trabalho, os autores tomaram conhecimento de um artigo de J. von Neumann [3] em que este obtém a existência da decomposição polar, utilizando outras técnicas e no contexto dos espaços vetoriais reais ou complexos, ao resolver um problema de máximo. Neste trabalho recriaremos os passos de J. von Neumann objetivando uma prova elementar daquele teorema para o caso complexo. Embora von Neumann, utilizando o teorema espectral, tenha obtido a existência de tal decomposição, ele não chama atenção para este ponto.

Como motivação para o problema de máximo que iremos tratar, considere uma esfera S , centrada na origem do R^3 , e que sofre uma deformação homogênea de gradiente F . Isto é, considere $f: S \rightarrow R^3$ dada por $f(x) = Fx$, det $F > 0$. Nosso propósito é encontrar uma deformação rígida

de S que melhor aproxime f no seguinte sentido: determine $\min_{Q \in \text{Def} S} \int (FQ - Qx)^2 dx$, onde $\text{Def} S$ é a coleção das rotações próprias.

Este problema, como foi observado por Gicioli [1], é equivalente a resolver a questão abaixo:

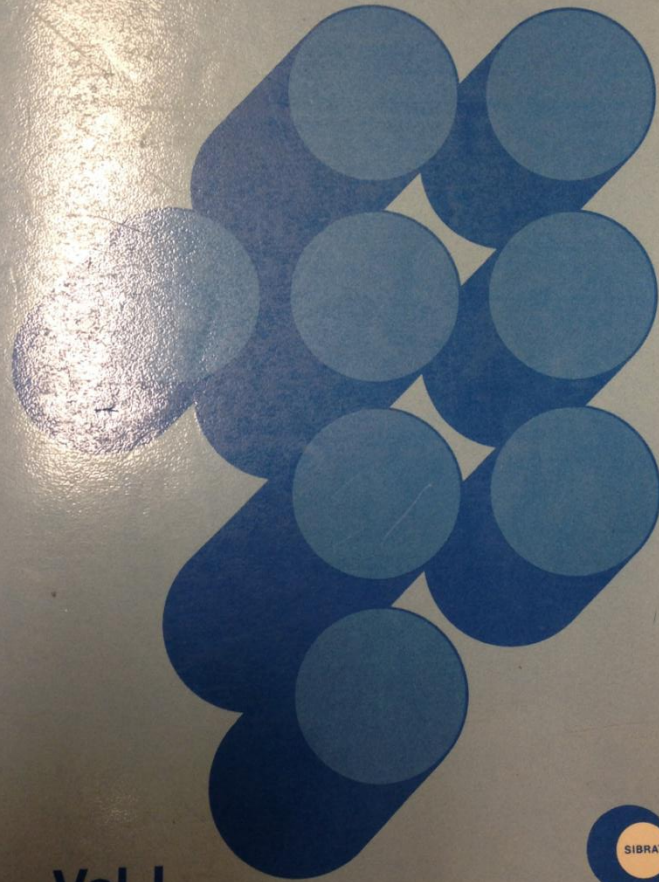
Problema: determine $\max_{Q \in \text{Def} S} F \cdot Q$,
onde \cdot denota o produto escalar $F \cdot Q = \text{tr}(FQ^T)$.

Admitindo-se a decomposição polar de $F \in \text{Def} S$, demonstra-se facilmente que o problema tem solução única dada por $Q = R$. E inspirados por este fato, analisemos aquele problema com mais atenção.

EXISTÊNCIA DA DECOMPOSIÇÃO

Seja um espaço vetorial complexo com produto interno, de dimensão finita-se $u, v \in V$, u, v denota seu produto interno e $\text{Lin} S$ a coleção das transformações lineares de $\text{Dom} S$. Considere

**1º simpósio brasileiro sobre
tubulações e vasos de pressão**



Vol. I

NST/UFBa LCC/CNPq ABCM
Salvador BA, Brasil 19/21 novembro 1980



Página 1
19/03/2016

do
5
13
5

COMISSÃO ORGANIZADORA

Hernani Sávio Sobral - NST/EPUFBa
J. Rogério da C. Vargens - EP/UFBa
Luis Bevilacqua - PUC/RJ
Arno Blass - UFSC/ABCM
Abimael F. D. Loula - LCC/CNPq
Cid Santos Gesteira - UFBa

CONSELHO EDITORIAL

Augusto Cesar Galeão - LCC/CNPq
Nelson F. Ebecken - COPPE/UFRJ
Raul A. Feijão - LCC/CNPq
Sergio Guerreiro - CNEN
Paulo Emilio Miranda - COPPE/UFRJ

PATROCINADORES

CNEN-Comissão Nacional de Energia Nuclear
CNPq-Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico
e Tecnológico
FINEP-Financiadora de Estudos e Projetos

I SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE
TUBULAÇÕES E VASOS DE PRESSÃO

- ANAIS -
VOLUME I

NÚCLEO DE SERVIÇOS TECNOLÓGICOS
UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA

LABORATÓRIO DE COMPUTAÇÃO CIENTÍFICA
CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIÊNCIAS MECÂNICAS

SALVADOR - BA, BRASIL

19-21 NOVEMBRO 1980

EDITORIAL

O SIBRAT foi realizado com o objetivo básico de incentivar um maior intercâmbio entre Universidades, Instituições de Pesquisa, a Indústria e Empresas de Projeto, na busca de um maior aprimoramento técnico e científico nas áreas ligadas a tubulações e vasos de pressão, visando o desenvolvimento de uma tecnologia própria, capaz de fazer face aos desafios tecnológicos gerados, por exemplo, pela crescente expansão do parque petroquímico nacional e pela implantação de usinas nucleares no Brasil.

Não obstante a especificidade do temário, este Simpósio contou com a presença de 70 participantes, provenientes de 11 instituições de ensino e pesquisa e 12 empresas de consultoria, projeto e fabricação, evidenciando a importância deste encontro e a necessidade do prosseguimento dessa atividade. Esta constatação ficou comprovada na sessão de encerramento, onde por unanimidade ficou decidida a realização do II SIBRAT, em Salvador, em novembro de 1982.

Com a publicação destes Anais pretendemos, ao reunir as contribuições apresentadas durante o Simpósio, permitir que as mesmas venham alcançar um maior número de indivíduos. Por outro lado, ao deixarmos documentado este esforço inicial teremos a referência natural para medir o avanço que, na área de tubulações e vasos de pressão, surgirá com os próximos SIBRAT.

O CONSELHO EDITORIAL

AGRADECIMENTO

A Comissão Organizadora do I Simpósio Brasileiro sobre Tubulações e Vasos de Pressão agradece:

ã

Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN)

ao

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)

e ã

Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP)

pelo apoio recebido para a edição desses Anais, bem como para a organização geral desse encontro.

A Comissão Organizadora

| | |
|--|-----|
| Fatigue behaviour of butt welded corner joints in closed sections. | 159 |
| K. Ghavami | |
| Análise da fadiga do bocal de saída do vaso de pressão de um reator PWR. | 173 |
| S. Ribeiro, C. Prates, J. Andrade | |
| Análise estrutural do circuito primário de um reator do tipo PWR. | 191 |
| M. Tamura | |
| Resultados de uma análise por elementos finitos das deformações em uniões parafusadas. | 207 |
| A. Arato Jr. | |
| Determinação da geometria de bocais para um comportamento de membrana predominante. | 217 |
| D. Noronha Jr., L. Bevilacqua | |
| Tensões de membrana em vasos esféricos apoiados em colunas. | 231 |
| A. Muller, L. Bevilacqua | |
| Tensiones en diferentes tapas toriesféricas de recipientes de presión. | 247 |
| E. Taroco, R. Feijóo | |
| Análise de tensões no vaso de contenção metálico da usina nuclear de ANGRA I. | 265 |
| L. Leal, N. Back | |
| Análise experimental de tensões no vaso de contenção do reator nuclear ANGRA I. | 285 |
| H. Lücke, C. Schneider | |
| Análise não-linear de estruturas de vasos de pressão de concreto armado. | 305 |
| L. Troina, N. Ebecken | |

ÍNDICE

VOLUME I

TRABALHOS TÉCNICOS

| | |
|---|-----|
| Analisis de la deformación plástica en el proceso de la fabricación de tubos. | 1 |
| J. Paiuk, C. Pagliano, M. Vargas | |
| Características de envelhecimento por deformação do aço WSTE-51 usado na contenção de ANGRA II. | 15 |
| B. Snoeijer | |
| Métodos para avaliação da vida remanescente de tubos catalíticos em fornos de reforma. | 35 |
| T. Silveira, C. Horta, R. Paiva, S. Monteiro | |
| Influência dos parâmetros da lei de Norton na determinação de tensões e deformações em materiais que experimentam fenômenos de fluência . | 51 |
| Comitê da ABCM-RJ | |
| Analisis de tensiones y deformaciones en problemas de creep no estacionario. | 79 |
| R. Feijóo, E. Taroco, J. Guerreiro | |
| Crerios tentativos de inspección de estanques esféricos de almacenamiento de butano. | 91 |
| J. Donoso, A. Zúñiga, E. Ferran | |
| Revisão dos modelos de fratura em aços para vasos de pressão para fins nucleares. | 113 |
| F. Darwish | |
| Brittle fracture prevention for class I components in nuclear power plants. | 133 |
| P. Fang | |

VOLUME II

CONFERÊNCIAS

| | |
|---|-----|
| Aspects for selection of materials and fabrication processes for nuclear component and manufacturing. | |
| K. Pernstich | 511 |
| Projection and analysis of nuclear components. | |
| U. Heesch | 531 |
| Aspectos gerais de projeto e análise de bocais de vasos de usinas nucleares. | |
| N. Back | 553 |
| Alguns aspectos da análise dinâmica de tubulações. | |
| A. Galeão | 581 |
| Transferência de tecnologia: "meta ou mito"? | |
| L. Bevilacqua | 619 |

VOLUME II

TRABALHOS TÉCNICOS

| | |
|---|-----|
| Análise transiente não-linear de vasos de pressão considerando-se a interação fluido-estrutura. | |
| N. Ebecken, R. Machado | 321 |
| Um método de análise baseado na lei momento-curvatura para o estudo do pipe-whip. | |
| J. Maneschy, L. Bevilacqua | 341 |
| Dinâmica de tubulações sujeitas a restrições com folga. | |
| A. Loula, J. Guerreiro | 355 |
| Excitação múltipla de suportes. Parte I: formulação. | |
| A. Galeão, H. Barbosa | 373 |
| Excitação múltipla de suportes. Parte II: implementação no SISTEMA TUBO. | |
| A. Galeão, H. Barbosa | 399 |
| Análise dinâmica de "risers" de perfuração de poços de petróleo em águas profundas. | |
| L. Hsu, F. Farias, M. Hirata | 419 |
| Axi-symmetric wave propagation in stiffened cylinders. | |
| J. Espíndola | 445 |
| Vibrações naturais de um "core barrel" de um reator PWR por elementos de casca de revolução. | |
| C. Barcellos | 455 |
| Resposta de cascas a um campo sonoro interno acima da frequência de corte. | |
| S. Gerges, F. Fahy | 475 |
| Circuito a água para treinamento. | |
| S. Möller | 495 |

A UNIVERSIDADE DO FUTURO

UFSB UFABC

There are no Departments in the UFABC. Three Schools compose the academic organization of the university, namely:

School of Natural Sciences and Humanities

School of Mathematics, Computation and Cognition

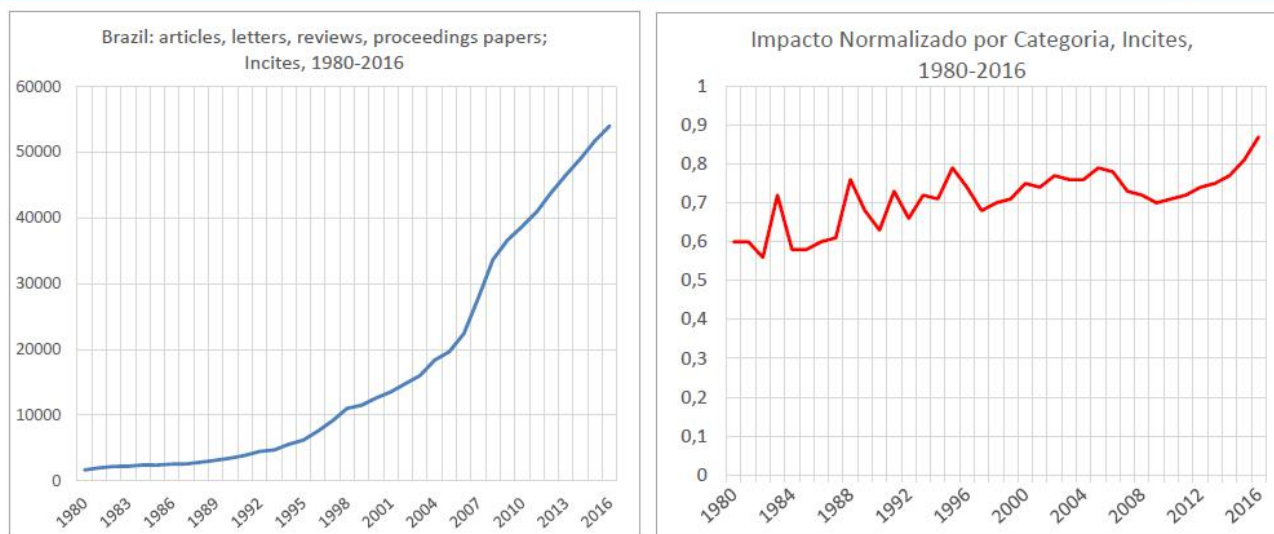
School of Engineering and Social Sciences

UC Merced

Three schools, [The School of Engineering](#), [The School of Natural Sciences](#) and [The School of Social Sciences, Humanities and Arts](#), an ever-expanding list of [majors, minors](#) and [graduate programs](#), more than 80 full-time [faculty](#) members and dozens of lecturers. The [student body](#) numbers more than 1,200 (as of January 2007)

A UNIVERSIDADE DO FUTURO

Nós podemos já não sei se poderemos

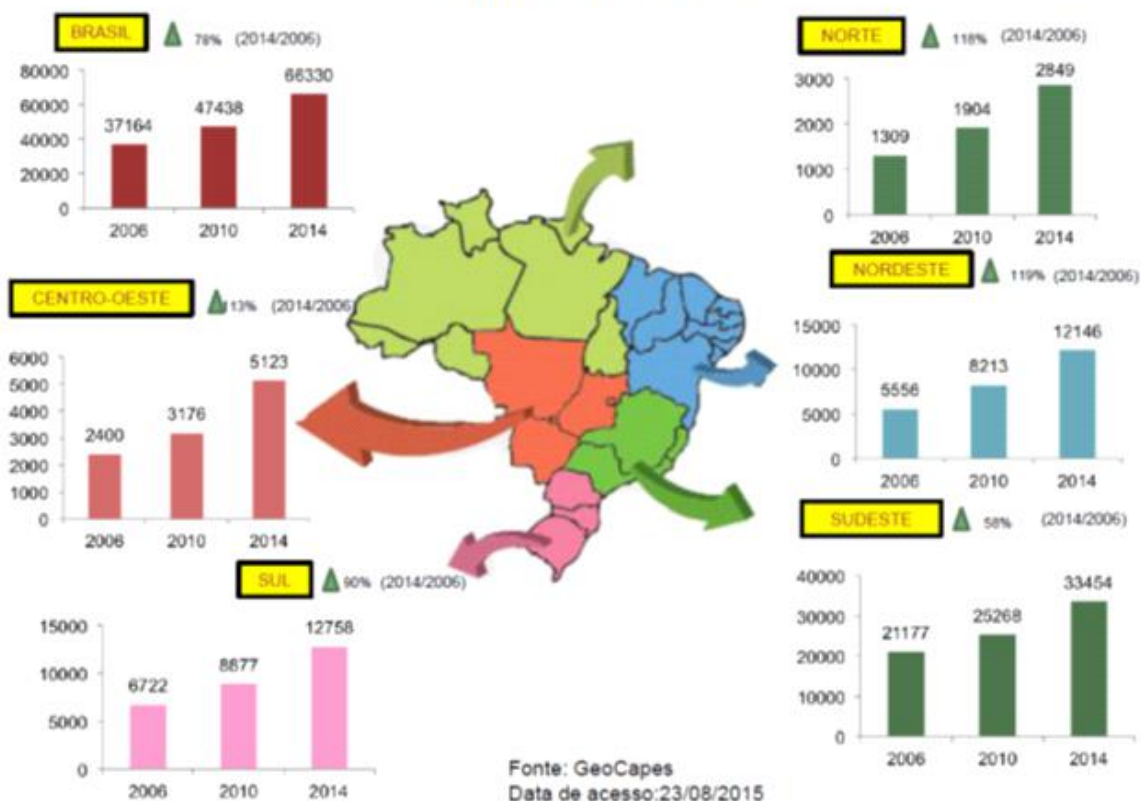


Prof Brito Cruz Apresentação na Reunião Magna ABC
Maio de 2018

A UNIVERSIDADE DO FUTURO

Nós podemos já não sei se poderemos

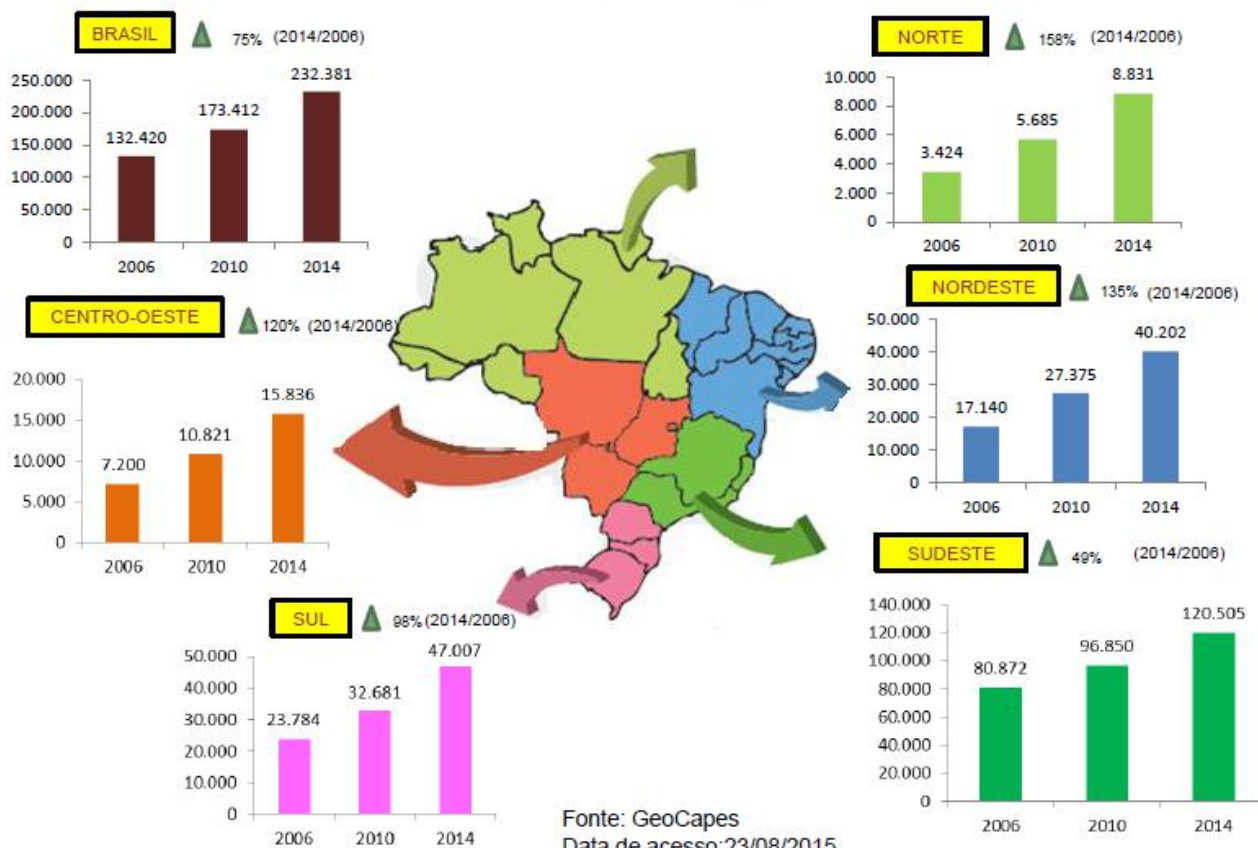
Evolução Docentes Pós-Graduação 2006-2010-2014



A UNIVERSIDADE DO FUTURO

Nós podemos já não sei se poderemos

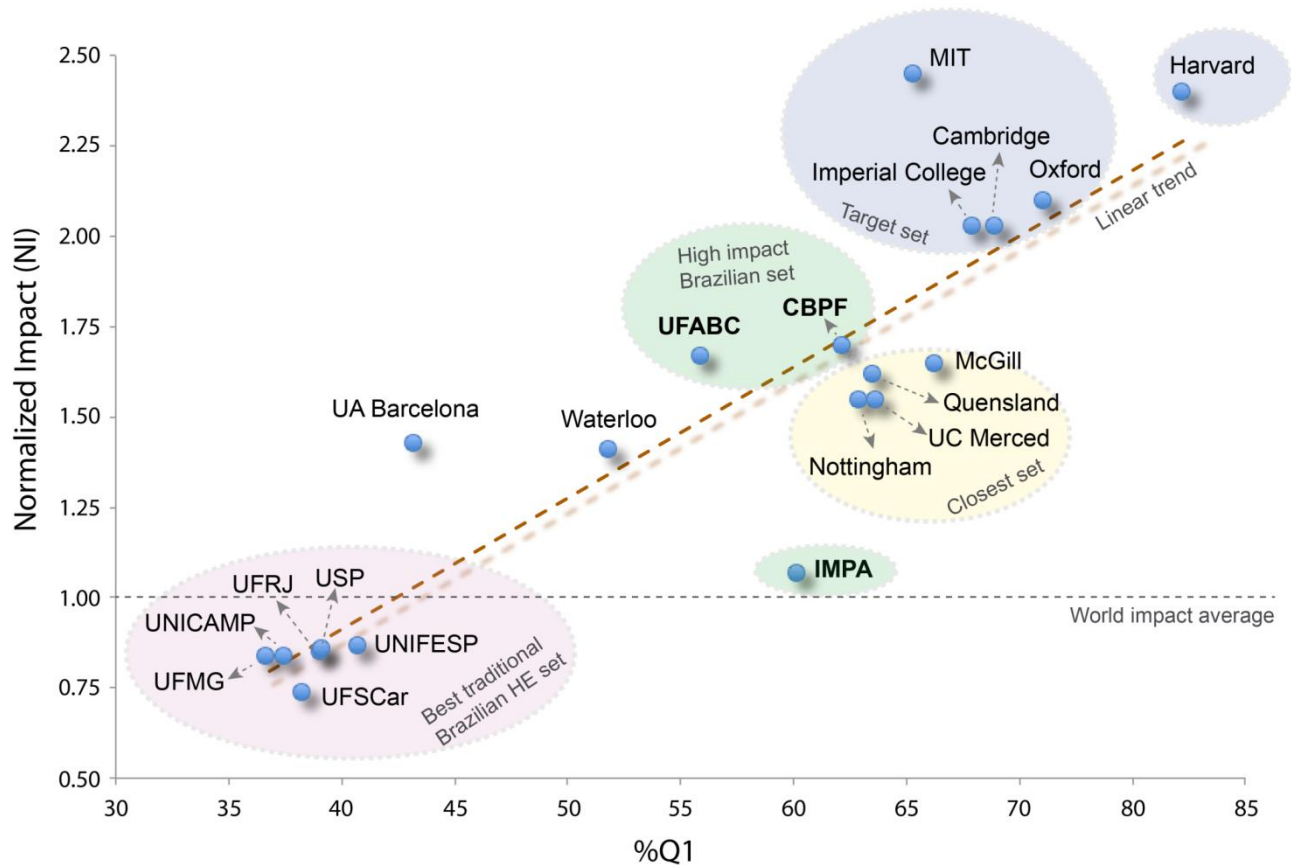
Evolução Discentes Pós-Graduação 2006-2010-2014



A UNIVERSIDADE DO FUTURO

Nós podemos já não sei se poderemos

Research Impact & Quality Benchmark



Source: SIR GLOBAL 2013, SCIMAGO LAB

September 29th, 2017

Dr. Michel Miguel Elias Temer Lulia
Presidência da República
Praça dos Três Poderes, Palácio do Planalto, 3º Andar
70.150-900 Brasília/DF

Your Excellency, President Michel Temer,

We, the undersigned Nobel Laureates, are writing to express our strong concern about the situation of Science and Technology in Brazil. The budget for research of the Ministry of Science, Technology, Innovations, and Communications had a cut of 44% in 2017, and a new cut of 15.5% is expected for 2018. This will damage the country for many years, with the dismantling of internationally renowned research groups and a brain drain affecting the best young scientists.

While in other countries the economic crisis has led sometimes to budget cuts for science of the order of 5-10%, a cut at the level of more than 50% is impossible to accommodate, and will seriously jeopardize the future of the country.

We know that the economic situation in Brazil is very difficult, but we urge you to reconsider your decision before it is too late.

Yours sincerely,

Claude Cohen-Tannoudji and 22 co-signing Nobel Laureates
19997 Nobel Laureate of Physics
Laboratoire LKB-ENS
24 Rue Lhomond-Paris 05
Email : claudio.cohen-tannoudji@lkb.ens.fr

A UNIVERSIDADE DO FUTURO

1. Resposta à convergência disciplinar

Ø A velocidade com que se processam as conquistas científicas e tecnológicas, desintegram as caixas de competência profissional.

Ø A universidade passa ser o lugar onde prioritariamente se aprende e não onde prioritariamente se ensina

Todos, estudantes, professores, funcionários se aproximam

para formar uma comunidade do conhecimento

Ø A pesquisa e inovação saem na frente pois são mais sensíveis à necessidade da interação entre as várias disciplinas. Grande impacto na pós-graduação

Ø A formação básica, a graduação, fica isolada cristalizada no tempo, não obstante as barreiras departamentais estarem rompidas

A UNIVERSIDADE DO FUTURO

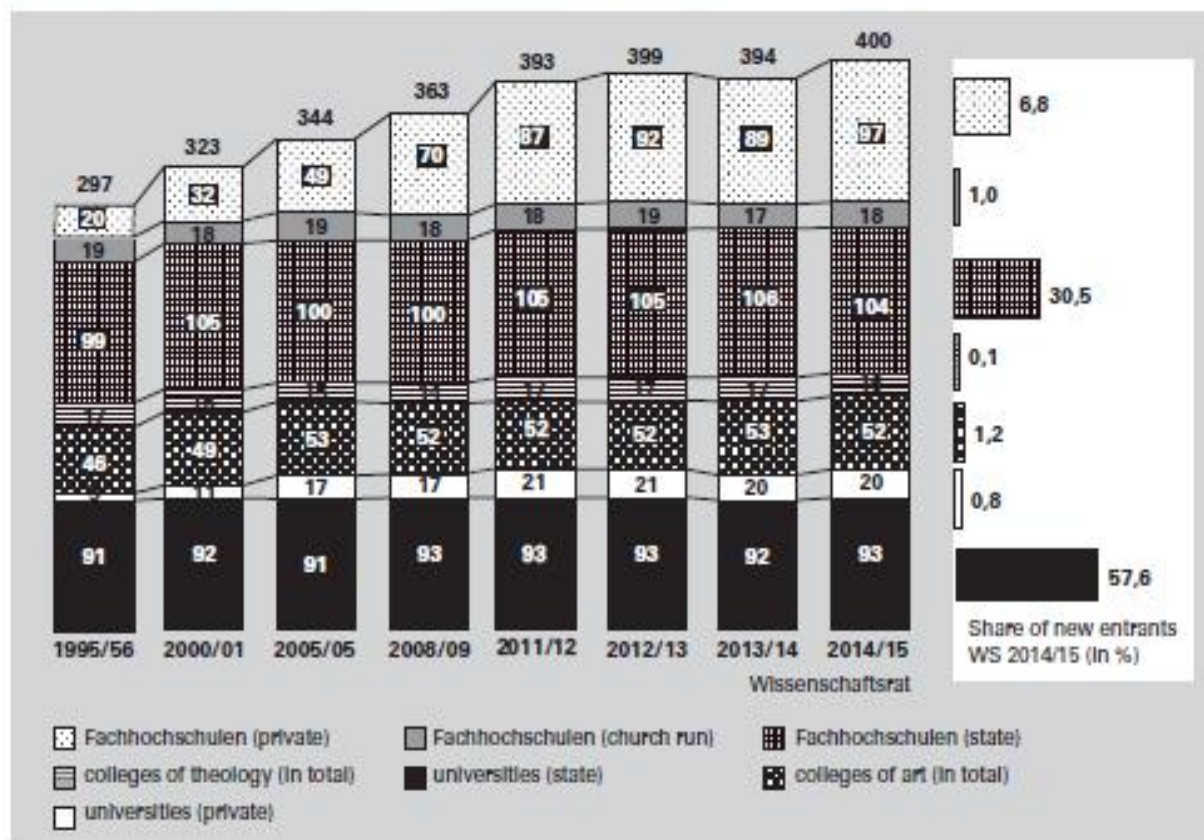
2. Resposta às novas demandas de educação superior

- Ø A rapidez com que se processa o avanço do conhecimento requer um novo tipo de organização curricular
- Ø É mais importante a independência intelectual, andar com as próprias pernas, menor aversão ao risco do que uma avalanche de disciplinas
- Ø Novos modos de estudar mas sem sucumbir ao fascínio do instrumento e perder o rumo. (Não é o instrumento que faz o artista, é o artista que usa o instrumento)
- Ø Competência é mais importante que o diploma
- Ø Maior integração entre Universidades e Escolas Técnicas e Institutos Tecnológicos
- Ø Resposta às demandas do desenvolvimento industrial

A UNIVERSIDADE DO FUTURO

2. Resposta às novas demandas de educação superior

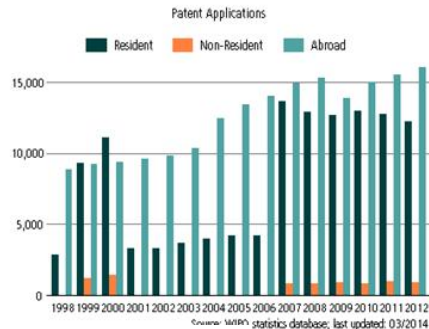
FIGURE 2: NUMBER OF HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS IN GERMANY, DIFFERENTIATED BY TYPE OF INSTITUTION, 1995-2015, AND THE PROPORTION OF NEW ENTRANTS 2014/15 (in %)



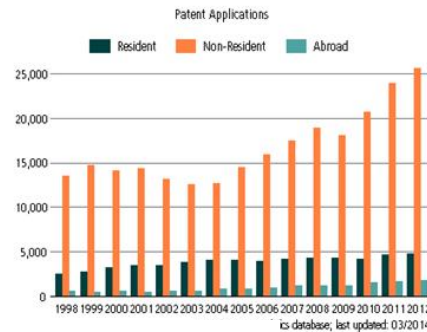
Source: Autorengruppe Bildungsberichterstattung 2016

2. Resposta às novas demandas de educação superior

Cooperação Universidade-Empresa



(A)



(B)

Fig. 7 Patentes registradas Itália (A) e Brasil

No entanto, somente poderemos contornar as dificuldades que bloqueiam a interação eficaz universidade-empresa se garantirmos três elementos essenciais:

- Ø Projeto de Estado com continuidade, que se mantenha prioritário no curso de várias administrações sucessivas.
- Ø Foco em problemas não resolvidos, cujas soluções não existam prontas para serem importadas.
- Ø Pessoal capacitado e dedicado nas universidades e centros de P&D das indústrias.

A UNIVERSIDADE DO FUTURO

3. As grandes tendências e demandas em marcha

Biociências – Neurociências e Cognição

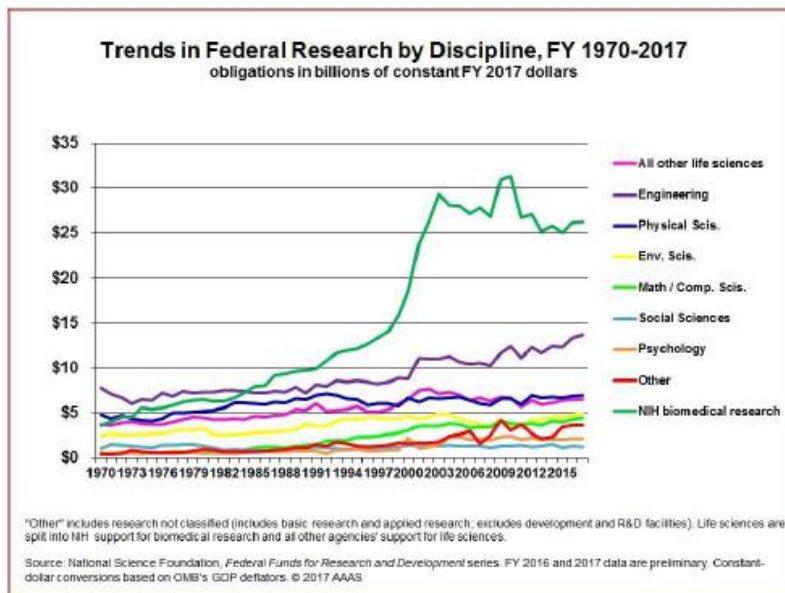
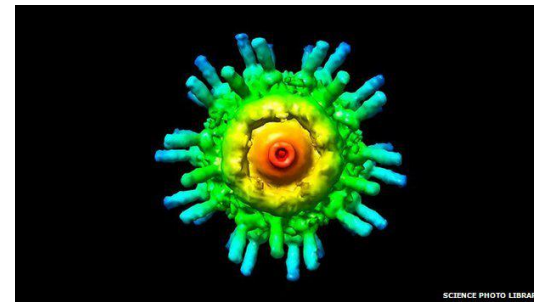


Fig.4 Recursos federais par P&D por áreas de conhecimento (USA)



Stanford Bioengineers Create Remote-controlled Nanoscale Protein Motors

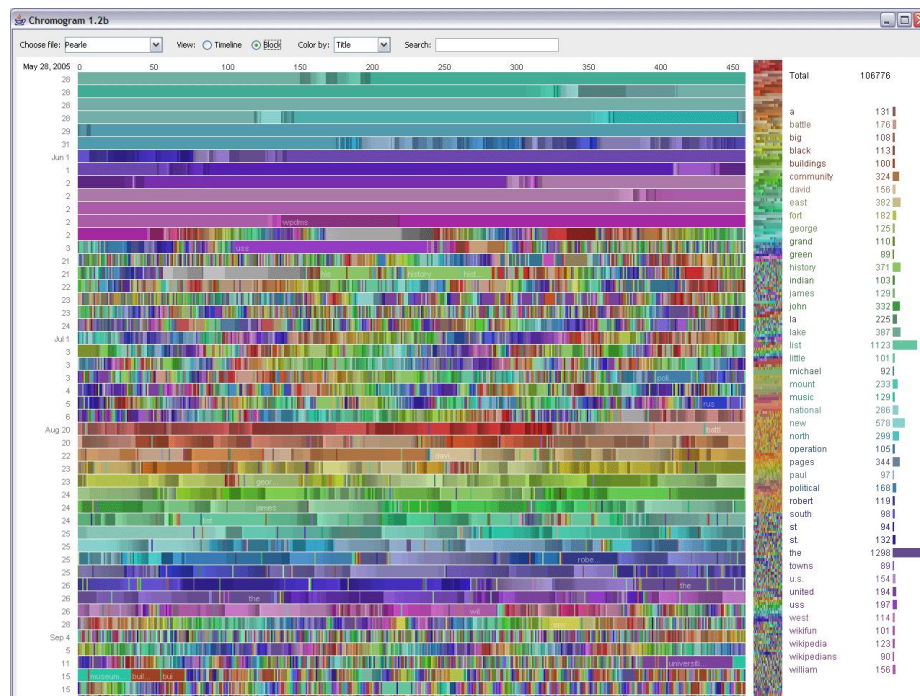
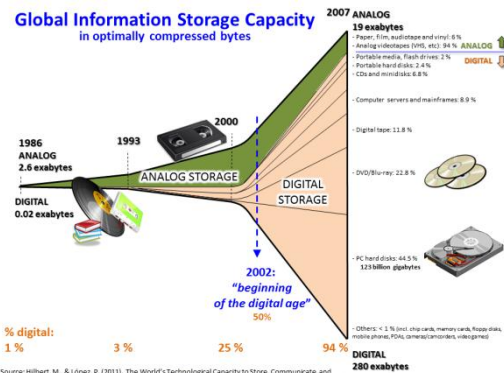
A UNIVERSIDADE DO FUTURO

3. As grandes tendências e demandas visíveis

Inteligência Artificial- Tenho fome:Big-data



Façamos dos humanos nossos escravos



A UNIVERSIDADE DO FUTURO

5. Resposta ao processo de globalização

Ø O avesso. Como os parceiros nos veem?

The Boston Globe The genius of Trumpism

By David Scharfenberg GLOBE STAFF APRIL 23, 2017

The trouble with the free-trade orthodoxy, Krein says, is that it puts the American economy outside of the control of the American people, sacrificing the interests of the average worker to an elusive “global common good.”

The real common good, he suggests — the manageable one — is the good of a country, with defined borders and an electorate that can hold its government accountable. “The only democratic institutions that we have,” he says, “are national institutions. So if you get rid of the nation-state, what you’re really doing is getting rid of democracy.

Julius Krein, Editor American Affairs.

Julius Krein is an American political writer and editor best known as the founding editor of [American Affairs](#). He is a 2008 graduate of [Harvard College](#), where he read political philosophy under [Harvey C. Mansfield](#).

A UNIVERSIDADE DO FUTURO

5. Resposta ao processo de globalização

Ø O avesso. Como os parceiros nos veem?

Is today's university the new multinational corporation?

June 5, 2015

[Jason Lane](#) [Kevin Kinser](#)

With declining government subsidies at home, concerns about rising tuition rates and heightened competition for students, some colleges and universities are looking for new ways to expand their economic base, through the delivery of courses overseas, foreign research monies and relationships with donors in other countries.

This is not all. Higher education institutions have become tools of public diplomacy. Some exporting governments see International Branch Campuses (IBCs) as a means to strengthen their alliances with the importing nations.

A UNIVERSIDADE DO FUTURO

5. Resposta ao processo de globalização

Ø O avesso. Como os parceiros nos veem?

At the same time that countries talk more about national value capture, their innovation policies are emphasizing the need for their centers to be connected globally to other centers. There is an interesting ongoing debate, said O'Sullivan, about the knowledge flow at a time when nations with mature innovation economies are partnering with countries whose innovation economies are less mature. This division of labor tends to have engineering and scientific research take place in more mature nations while prototyping, scale-up, and manufacturing occur in what he called “catch-up” economies.

A UNIVERSIDADE DO FUTURO

5. Resposta ao processo de globalização

Ø O avesso. Como os parceiros nos veem?

The Hamburg Declaration Organising Higher Education for the 21st Century

A statement adopted by the Hamburg Transnational University Leaders Council – a meeting of 50 university leaders from around the world invited for discussion in Hamburg from 7 to 9 June 2017 at the invitation of the German Rectors' Conference, the Körber Foundation, and Universität Hamburg.

Preamble. Profound changes in the global economy have placed a premium on knowledge and information, and increased democratization has significantly broadened the demand for education at all levels. These continuing trends have confronted post-secondary education worldwide with unprecedented challenges, not only for post-secondary institutions but also for the many stakeholders with which these institutions engage, such as governments, community and industry groups, and quality assurance agencies. Post-secondary education in the 21st century has experienced nothing less than a global academic revolution, with extraordinary adaptations taking place at every level. University leaders must respond in ways that meet the needs of the society they serve while embracing their most precious time-proven academic assets.

A UNIVERSIDADE DO FUTURO

5. Resposta ao processo de globalização

Ø Maior presença ativa e análise de critérios

| | | Illinois | Berkley | Harvard | Cambridge | USP |
|--------------------------------------|---------------|----------|---------|---------|-----------|---------|
| Ranking | TH Education | 37 | 10 | 6 | 2 | 251-300 |
| Premios Nobel | Como Prof. | 10 | 36 | 41 | 39 | |
| | Como Alun. | 11 | 33 | 76 | 66 | |
| Estudantes | Grad | 33467 | 27126 | 6700 | 11888 | 56579 |
| | Pós-Grad | 11413 | 10455 | 14500 | 7055 | 29510 |
| Pessoal | Docentes | 2738 | 1522 | 2400 | 1686 | 6100 |
| | Nãodocents* | 8107 | 8300 | 10400 | 9461 | 7200 |
| Admissão | Aprov/inscrit | 66% | 17.3% | 5.5% | 21% | 7% |
| Orçamento US\$ 10⁹ | Operacional | 5.64 | 2.34 | 4.5 | 4.66 | 1,54 |
| | Doações | 0.2 | 0.3 | 1.19 | | |

| | | Nebraska | T Munchen U | École des Mines | MIT | Toronto University |
|--------------------------------------|---------------|----------|-------------|-----------------|-------|--------------------|
| Ranking | TH Education | 301-350 | 41 | 251-300 | 5 | 22 |
| Premios Nobel | Como Prof. | | 5 | | 31 | 5 |
| | Como Alun. | 3 | 11 | 2 | 34 | 4 |
| Estudantes | Grad | 20833 | 31432 | 1075 | 4524 | 70000 |
| | Pós-Grad | 5064 | 8692 | 374 | 6852 | 18000 |
| Pessoal | Docentes | 1700 | 545 | 237 | 1863 | 14240 |
| | Nãodocents* | 13145 | 6346 | | 10237 | 6800 |
| Admissão | Aprov/inscrit | 75% | | | 8% | 40% |
| Orçamento US\$ 10⁹ | Operacional | 1.25 | 1.6 | 0.12 | 3,35 | 0.98 |
| | Doações | ~0.003 | | | 0.42 | |

A UNIVERSIDADE DO FUTURO

5. Resposta ao processo de globalização

Ø Maior presença ativa e análise de critérios

DEFINIÇÃO DOS INDICADORES

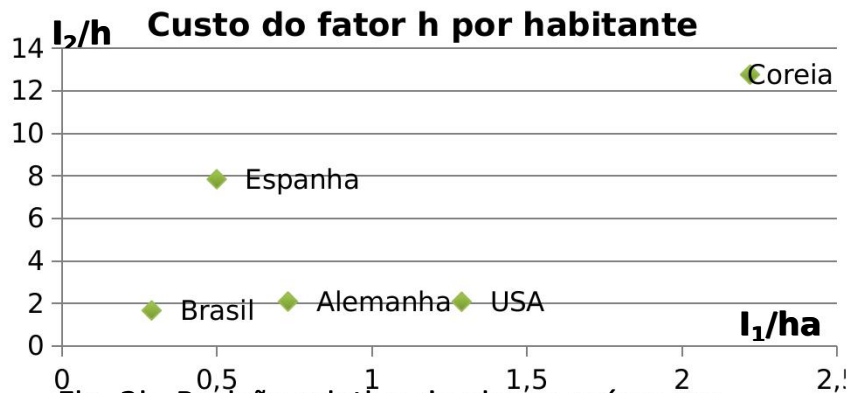


Fig. 2b. Posição relativa de alguns países em função do investimento em C&T e número de habitantes.



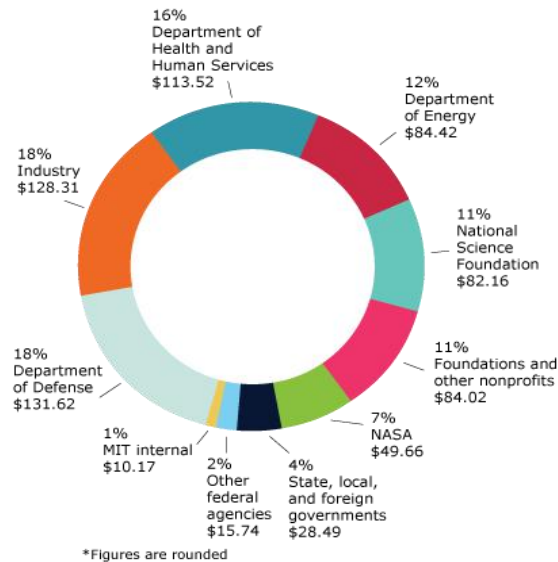
Fig. 2a. Posição relativa de alguns países em função do investimento em C&T e número de habitantes.

**RESULTADOS
DIFERENTES E
MAIS JUSTOS**

A UNIVERSIDADE DO FUTURO

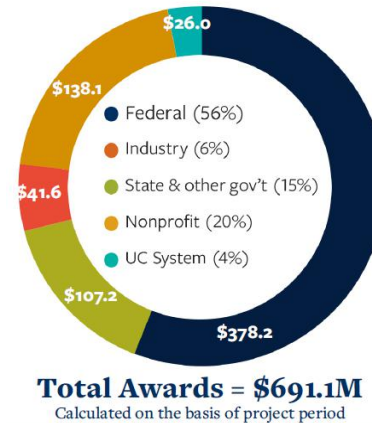
6. Custos. Quem paga a conta?

Ø A ilusão de universidade de pesquisa sustentável sem investimento do Estado



**MIT Research Expenditures, by Primary Sponsor (in Millions)*
Fiscal Year 2016
Total: \$728.11**

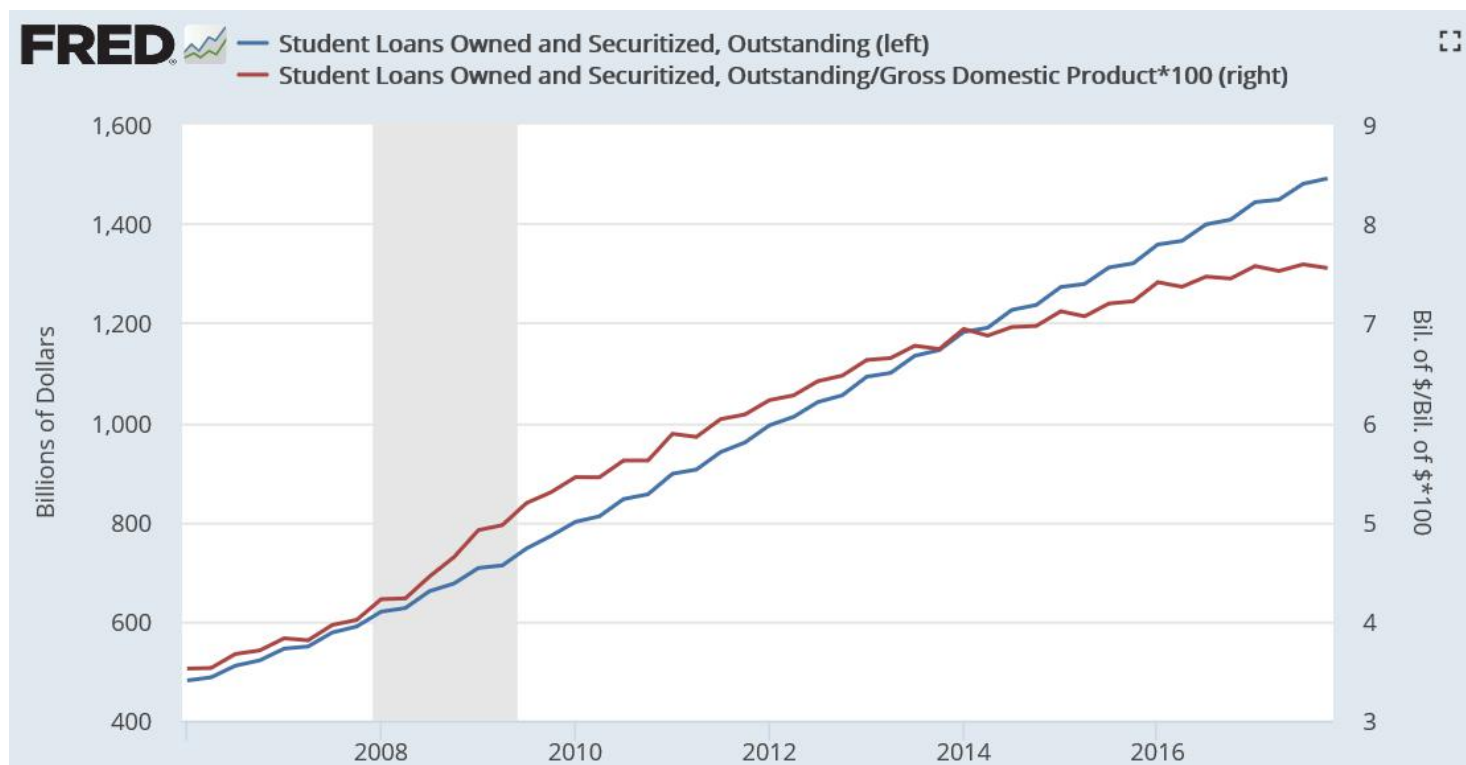
2014/15 Research Funding by Sponsor in Millions



**UC Berkley Research Expenditures, by Primary Sponsor (in Millions)*
Fiscal Year 2015
Total: \$691.10**

A UNIVERSIDADE DO FUTURO

6. Custos. Quem paga a conta?



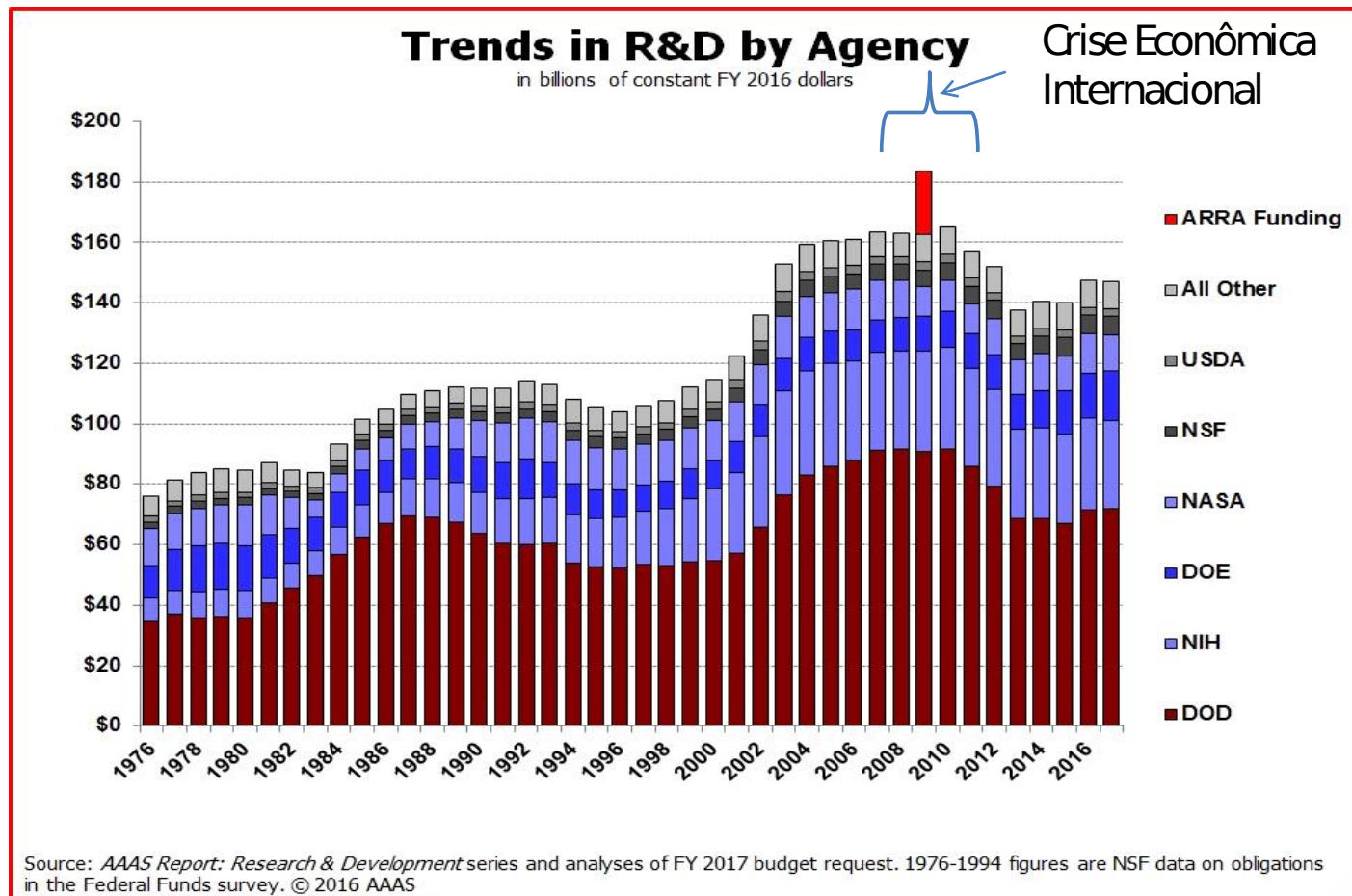
PIB Brasil ~1800 bilhões USD, Dívidas de inadimplentes com Fies somam

~3 bilhões USD, segundo MEC aprox 0.16% do PIB

A UNIVERSIDADE DO FUTURO

6. Custos. Quem paga a conta?

Ø Existe crise econômica para Educação e pesquisa?



A UNIVERSIDADE DO FUTURO

6. Custos. Quem paga a conta?

Ø A ilusão de universidade de pesquisa sustentável sem investimento do Estado

Sparking Economic Growth - How federally funded university research creates innovation, new companies, and jobs - www.sciencecoalition.org April 2010

The government, university and industry partnership of research-fueled innovation that we have in the United States is the envy of the world. It is at the core of U.S. leadership in such knowledge-intensive industries as biotech, telecommunications, and information technology, giving birth to companies like Genentech, Cisco Systems and Google. As head of a health sciences university, a physician, and former biotech industry executive, I have been involved in every aspect of this virtuous cycle. I know the critical impact that federal funding for basic research makes. There is no question that the public benefit is many times greater than the initial investment. Our continued scientific and technological leadership depends on a continued strong federal investment in research that will drive innovation and our economic well-being.”

Susan Desmond-Hellmann, MD, MPH
University of California, San Francisco

A UNIVERSIDADE DO FUTURO

7. Os eixos clássicos que sustentam a formação superior em ciência e tecnologia estão esgotados

Os fios condutores que organizam o conhecimento científico e tecnológico estão fora de foco

É necessário reorganizar o conhecimento em novos espaços mais adequados ao estado atual da ciência e tecnologia

Pouco se tem feito no mundo a esse respeito. É difícil e tem impactos econômicos

É necessário que traga a convergência disciplinar para a graduação

Novos eixos:

1. ESTRUTURA DA MATÉRIA

2. ENERGIA

3. MODELAGEM MATEMÁTICA E COMPUTACIONAL

4. INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO

5. PROCESSOS DE TRANSFORMAÇÃO
A Vida, Cosmologia, Geologia, Processos Industriais,
Revolução Industrial Séculos XVIII-XIX,

HELMOLTZ INSTITUTE



ENERGY



MATTER



**KEY
TECHNOLOGIES**



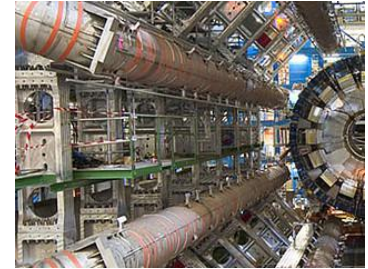
**AERONAUTICS &
SPACE**



HEALTH



**EARTH &
ENVIRONMENT**



**PORTFOLIO
PROCESSES**

A UNIVERSIDADE DO FUTURO

7. Os eixos clássicos que sustentam a formação superior em ciência e tecnologia estão esgotados

Os fios condutores que organizam as Humanidades, Ciências Sociais, Comunicação, Educação, Artes estão esgotados?

É necessário reorganizar o conhecimento em novos espaços mais adequados à educação integral?

De qualquer modo é necessário que se traga a convergência disciplinar para a graduação. Novos eixos?

1. AINDA PENSO OU SÓ EXISTO?

2. MODELOS E VALIDAÇÃO

3. RELIGIÃO, ÉTICA, MITOS

4. INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO

5. PROCESSOS DE TRANSFORMAÇÃO
História, Antropologia,

A UNIVERSIDADE DO FUTURO

The Guardian Wed 24 Jan 2018 07.30 GMT

The university of the future will be interdisciplinary
Traditional departmental structures are preventing research and
education from evolving. It's time for something new

Zahir Irani, dean of management and law at the University of Bradford
School of Management

Designing courses that are cross-disciplinary, where one discipline learns from the perspective of another, or interdisciplinary, where the disciplines are integrated, allows for more context-specific programmes that better suit industry and prepare students for jobs, opening doors rather than closing them. It benefits academics too, since research councils now rarely fund research in a single discipline. They're looking for the broader view and sharper insights that come from the intersection between multiple disciplines that defines new territory – and so should universities.

At Bradford University's faculty of management and law we're following these initiatives. We're removing departmental divisions and restructuring ourselves around research. Under this approach, research centres – based around interdisciplinary expertise and collaborations – administer taught courses, using research to inform course creation and delivery. The structure is intended to encourage cooperation between staff and students, strengthen the ties between teaching and research activities, and turn collaborative, interdisciplinary working into the norm.

O FUTURO DA UNIVERSIDADE

1. Destruição das indústrias capazes de alavancar a cooperação eficaz entre universidade-indústria –Sobra o agro-negócios
2. Cortes de recursos sem precedentes (Documento de 23 Laureados à atual administração)
3. Ensino superior saiu da lista de instituições que sustentam a autonomia da nação.
4. Processo de promoção nas universidades federais estão na contramão dos ideais da acadêmica
5. Processo de avaliação é o túmulo do bom senso

ANEXO 1 - TABELAS DE PONTUAÇÃO

Tabela 1 - Tabela de Pontuação da Produção Intelectual

| PRODUÇÃO INTELECTUAL | Quant. | Pontuação | Total |
|--|--------|-----------|-------|
| 1.1 Autoria de Livro L3 e L4 | | 22 | |
| 1.2 Autoria de Livro L1 e L2 | | 18 | |
| 1.3 Capítulo de Livro L3 e L4 | | 08 | |
| 1.4 Capítulo de Livro L1 e L2 | | 06 | |
| 1.5 Publicação em Periódico QUALIS A1 e A2 | | 24 | |
| 1.6 Publicação em Periódico QUALIS B1, B2 e B3 | | 16 | |
| 1.7 Publicação em Periódico QUALIS B4, B5 | | 08 | |
| 1.8 Publicação em Periódico QUALIS C ou sem classificação | | 01 | |
| 1.9 Publicação em Evento QUALIS A1 e A2 | | 12 | |
| 1.10 Publicação em Evento QUALIS B1, B2 e B3 | | 06 | |
| 1.11 Publicação em Evento QUALIS B4, B5 | | 03 | |
| 1.12 Relatório Final de Produção Técnico/ Artístico/ Cultural de projeto financiado por fomento externo com chamada por edital aberto | | 06 | |
| 1.13 Relatório Final de Produção Técnico / Artístico / Cultural de projeto de pesquisa e extensão aprovado pelo Departamento de origem, incluindo Consultorias e assessorias de interesse público vinculadas a projetos de pesquisa na pós-graduação | | 03 | |
| 1.14 Organização de Livro, Periódicos ou Anais de congresso científico (QUALIS) | | 04 | |
| 1.15 Coordenador na Organização de Evento Científico Internacional, Nacional ou Regional | | 06 | |
| 1.16 Membro da Comissão Organizadora de Evento Científico Internacional, Nacional ou Regional | | 02 | |
| 1.17 Conferência em evento científico | | 04 | |
| 1.18 Participante em sessão plenária de evento científico ou Palestras em outras instituições | | 02 | |
| 1.19 Cursos de curta duração ministrados na UFSC | | 01 | |
| 1.20 Cursos de curta duração ministrados em outras instituições | | 02 | |
| 1.21 Coordenação de Projeto de Pesquisa ou Extensão em andamento, financiado por fomento externo com chamada por edital aberto; | | 03 | |
| 1.22 Participação em equipe de Projeto de Pesquisa ou Extensão em andamento, financiado por fomento externo com chamada por edital aberto; | | 02 | |
| 1.23 Participação em Equipe de Projeto ou Extensão em andamento, aprovado pelo Departamento de origem | | 03 | |
| 1.24 Participação em concursos de projetos de arquitetura, urbanismo e design de interesse público. | | 06 | |
| 1.25 Registro de Patente | | 02 | |
| 1.26 Desenvolvimento de material didático de interesse público | | ate 03 | |
| 1.27 Outras atividades relevantes de interesse público não enquadradas nos itens anteriores | | | |
| TOTAL | | | |

Tabela 2 - Tabela de Pontuação da Produção Acadêmica

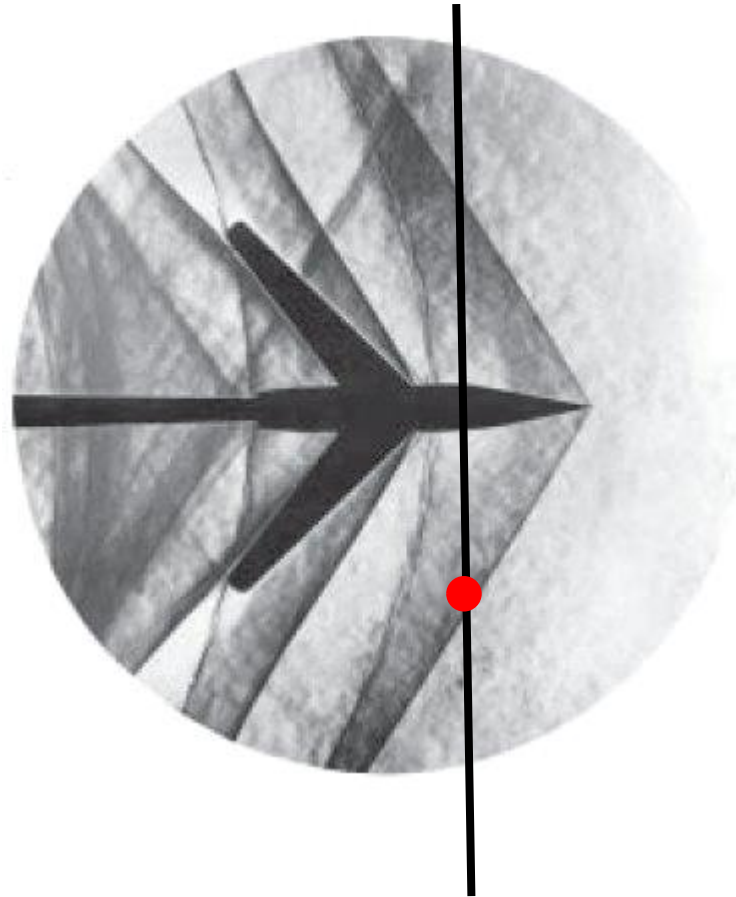
| PRODUÇÃO ACADÊMICA | Quant. | Pontuação | Total |
|--|--------|-----------|-------|
| 2.1 Orientação de tese de Doutorado defendida em Programas reconhecidos pela Capes | | 06 | |
| 2.2 Co-orientação de tese de Doutorado defendida em Programas reconhecidos pela Capes | | 03 | |
| 2.3 Orientação de dissertação de Mestrado defendida em Programas reconhecidos pela Capes | | 04 | |
| 2.4 Co-orientação de dissertação de Mestrado defendida em Programas reconhecidos pela Capes | | 02 | |
| 2.5 Orientação de Monografia de Especialização defendidas em Programas reconhecidos pela Capes | | 03 | |
| 2.6 Orientação de Mestrado em andamento com Qualificação concluída em Programas reconhecidos pela Capes | | 02 | |
| 2.7 Orientação de Doutorado em andamento com Qualificação concluída em Programas reconhecidos pela Capes | | 03 | |
| 2.8 Orientação concluída de Iniciação Científica, Estágio em IES e Tutoria com bolsa | | 02 | |
| 2.9 Orientação concluída de TCC, Estágio Docência e Estágio Profissionalizante em IES | | 01 | |
| 2.10 Participação em bancas examinadoras de Doutorado, Mestrado e Qualificação de Mestrado na UFSC. | | 02 | |
| 2.11 Participação em bancas examinadoras de Doutorado, Mestrado e Qualificação de Doutorado em outra IES. | | 03 | |
| 2.12 Participação em bancas examinadoras de concurso para ingresso na carreira de magistério superior. | | 02 | |
| 2.13 Membro de Conselho Editorial de Publicações | | 04 | |
| 2.14 Membro de Comitê de Revisão de Publicações | | 01 | |
| 2.15 Membro de Comissão deste Programa | | 01 | |
| 2.16 Membro do Colegiado Dirigido deste Programa | | 02 | |
| 2.17 Representante em sociedade científica ou em entidade de classe | | 01 | |
| 2.18 Membro de órgãos oficiais (CAPES, CNPQ, FAPES, Conselhos Governamentais) | | 01 | |
| 2.19 Parecer Ad Hoc na submissão de artigo em periódico, de projeto para financiamento ou de relatórios de pesquisa/extensão | | 01 | |
| 2.20 Intercâmbio no país, por ano | | 01 | |
| 2.21 Intercâmbio Internacional, por ano | | 02 | |
| 2.22 Pós-doutoramento concluído (nacional ou internacional), por ano | | 04 | |
| 2.23 Coordenação em Projetos de Cooperação em redes nacional e internacional | | 03 | |
| 2.24 Participação em Projetos de Cooperação em redes | | 01 | |

OS DESAFIOS DA NOVA ERA

- ▮ A ORGANIZAÇÃO TRADICIONAL DA UNIVERSIDADE ESTÁ ESGOTADA
- ▮ NÃO HÁ MUITO TEMPO PARA PENSAR E DECIDIR É PRECISO ASSUMIR RISCOS
- ▮ TEMOS QUE ESTAR PRONTOS PARA RÁPIDAS MUDANÇAS DE RUMO
- ▮ É NECESSÁRIO QUESTIONAR AS VELHAS REGRAS E LUTAR POR NOVOS ESTATUTOS MAIS FLEXÍVEIS E ADEQUADOS À DINÂMICA DO NOSSO TEMPO
- ▮ É NECESSÁRIO ACHAR UMA PRANCHA ADEQUADA
- ▮ DE QUALQUER FORMA TEMOS QUE ESTAR PREPARADOS PARA CAIR E LEVANTAR

OS DESAFIOS DA NOVA ERA

**Onda de choque
Quando ouvirmos já passou**



Conheça o cargueiro KC-390, maior avião já fabricado no Brasil

