

# POR QUE AS ESTRUTURAS DE AÇO NÃO DECOLAM ?

Ivan Lippi Rodrigues  
Engenheiro Civil e de Estruturas

PORQUÊ ESTRUTURAS DE AÇO NÃO DECOLAM ?

ESTÃO OS ENGENHEIROS DE  
PROJETO PREPARADOS PARA  
USAR AS ESPECIFICAÇÕES MAIS  
MODERNAS DE ESTRUTURAS DE  
AÇO, AISC, EUROCODE, ETC?

# PRÁTICAS OBSOLETAS

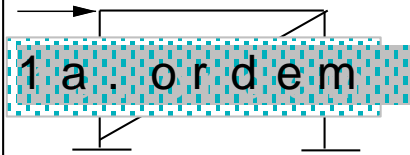
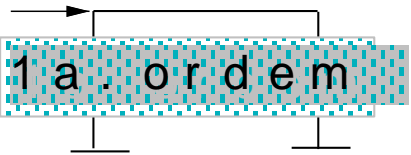


- Continuamos usando práticas comerciais obsoletas na contratação de estruturas de aço?
- Contratamos apenas “calculistas” e projetistas para projetar nossas estruturas de aço?
- Contratamos serralheiros para fabricar e montar nossas estruturas?
- Sabemos identificar qualidade em uma estrutura de aço?

# ESTÃO PREPARADOS PARA USAR MODERNAS ESPECIFICAÇÕES ?

- CONHECEM CLASSIFICAÇÃO DAS ESTRUTURAS  
x ANÁLISE GLOBAL?
- CONHECEM A INOVAÇÃO NO PROJETO DE  
LIGAÇÕES?
- CONHECEM A RELAÇÃO ENTRE ANÁLISE  
GLOBAL E ESTABILIDADE DAS BARRAS?

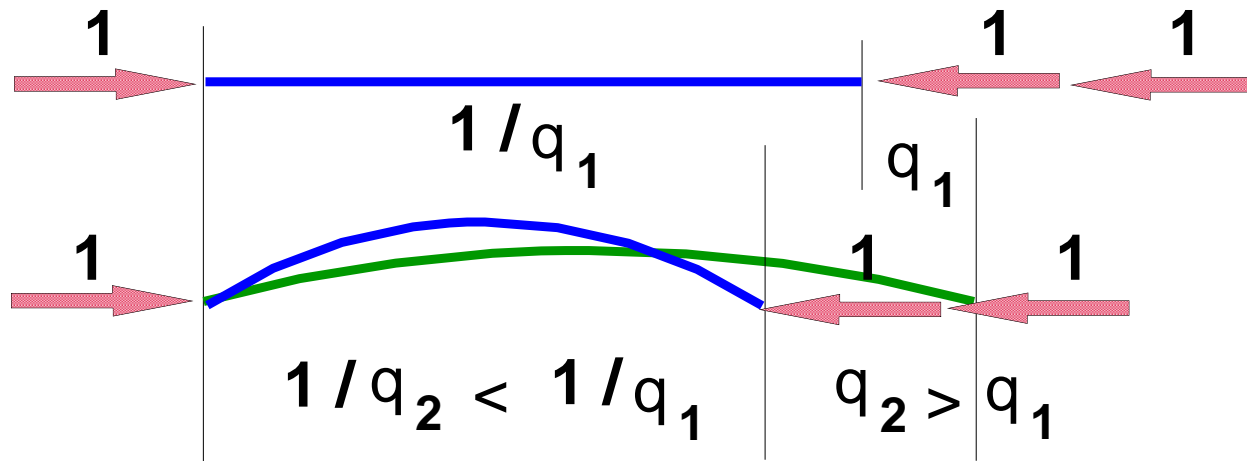
# CLASSIFICAÇÃO DAS ESTRUTURAS E ANÁLISE GLOBAL

## Classificação da estrutura x análise global

Classificação da estrutura		Contraventamento	
		Contraventada	Não contraventada
Rigidez contra deslocabilidade	Indeslocável (rígida)		
	Deslocável (flexível)		

# FLAMBAGEM LOCAL IGNORADA NOS PROJETOS

EFEITOS DA FLAMBAGEM LOCAL

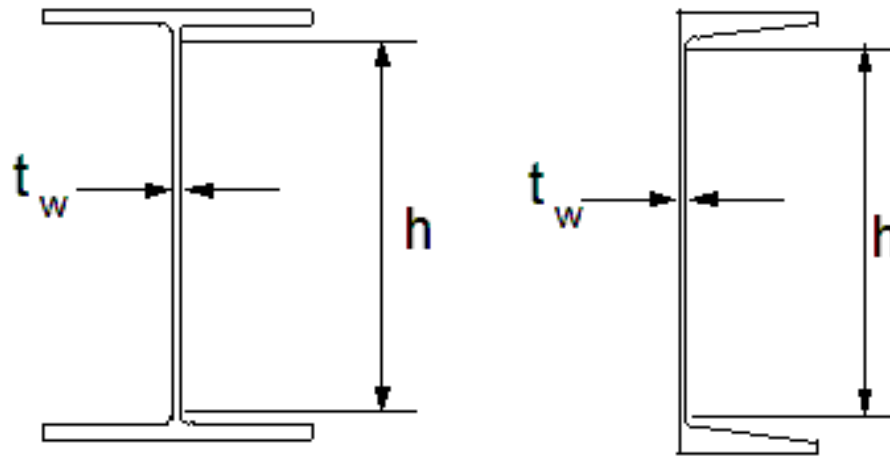


flambagem local = redução de rigidez elástica

# FLAMBAGEM LOCAL

COMPRESSÃO AXIAL (AISC 2010)

$$\frac{h}{t_w} \leq 1,49 \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$



$$f_y = 345 \text{ MPa} \quad \frac{h}{t_w} \leq 36$$

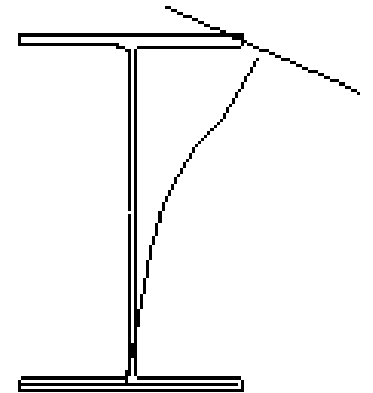
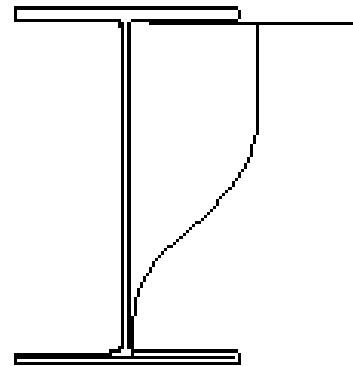
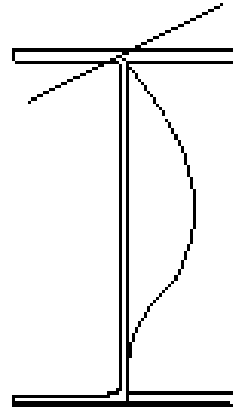
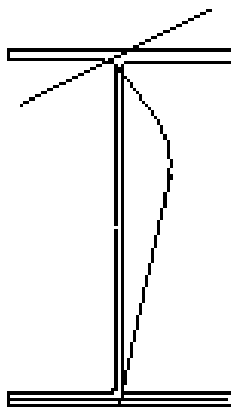
# FLAMBAGEM LOCAL DE UM CONJUNTO DE ELEMENTOS DE CHAPAS

## MODOS DE FLAMBAGEM DA ALMA

MODO I - FLAMBAGEM LOCAL

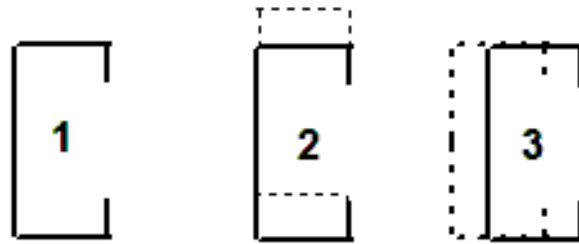
MODO II - FLAMBAGEM POR DISTORÇÃO

MODO III - FLAMBAGEM GLOBAL

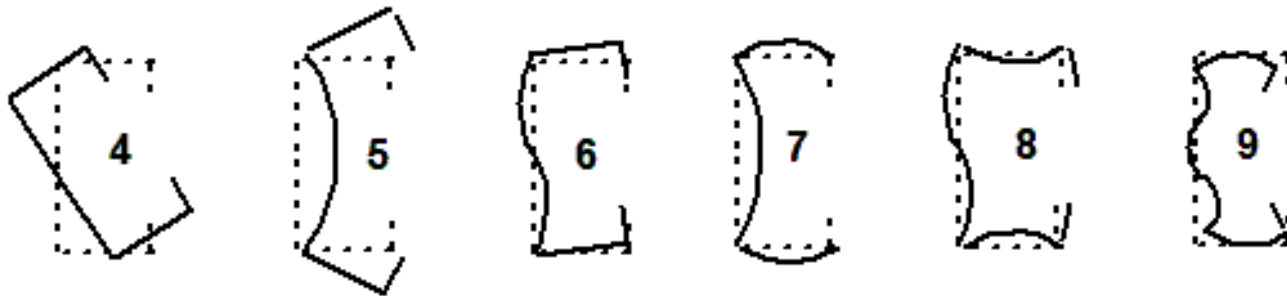




# MODOS DE DEFORMAÇÃO DE PERFIS U ENRIJECIDOS INDEPENDENTE DAS TENSÕES DE DIMENSIONAMENTO



GLOBAL

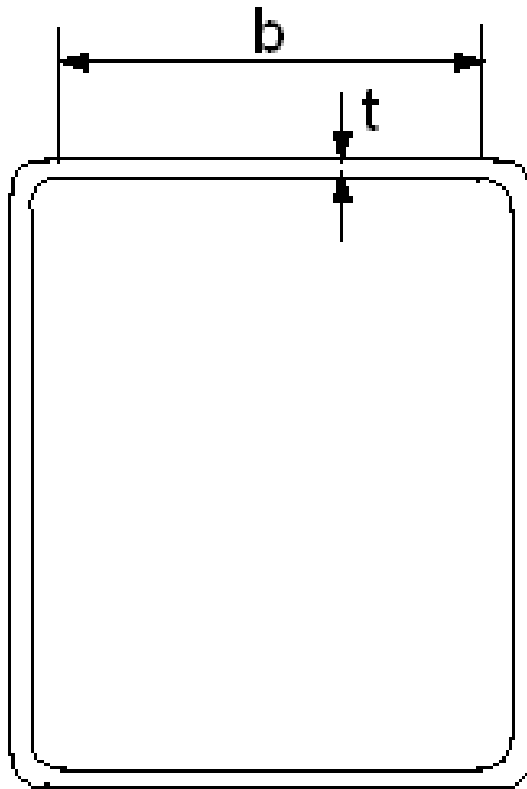


DISTORCIONAL

LOCAL

# FLAMBAGEM LOCAL

COMPRESSÃO AXIAL (AISC 2010)

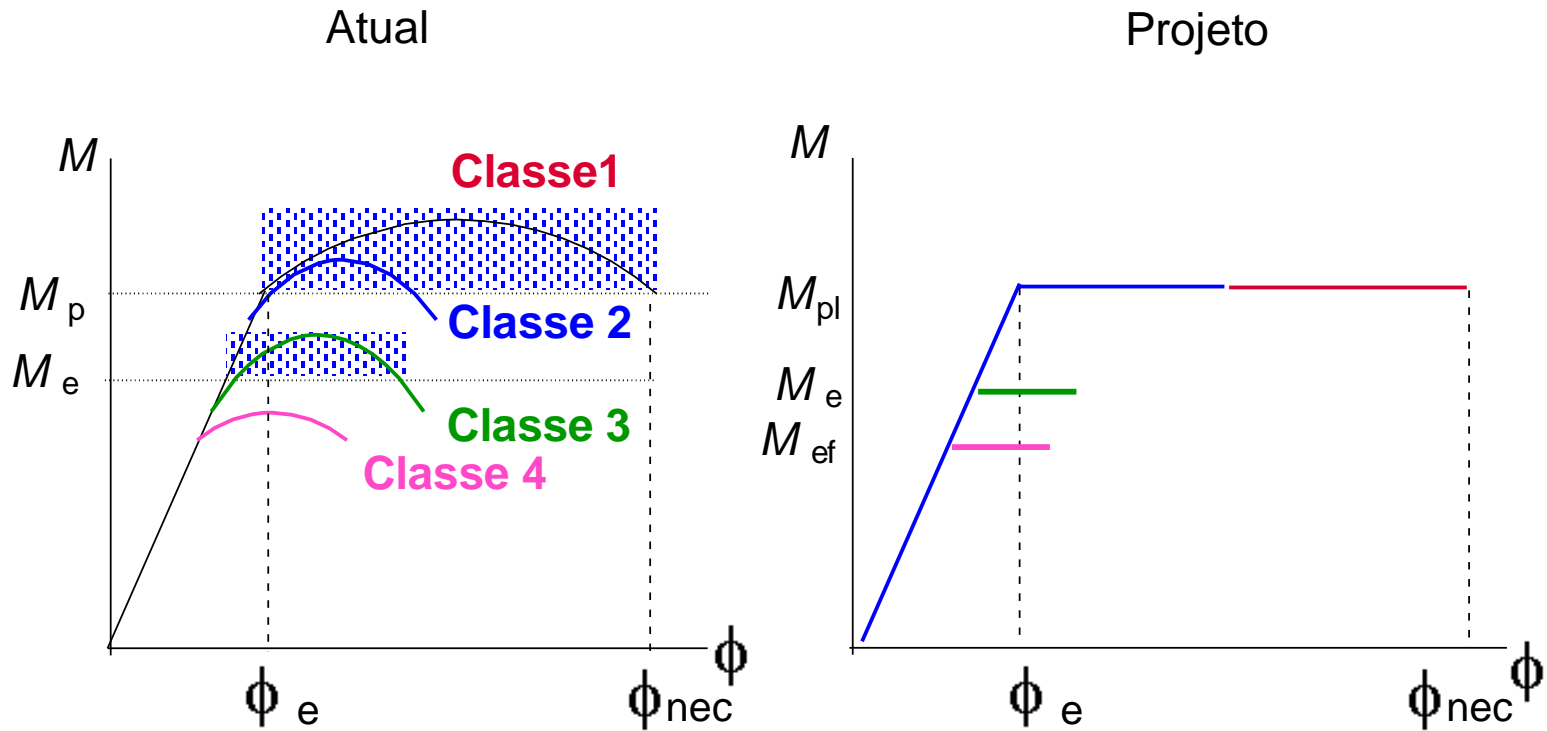


$$\frac{b}{t} = 1,4 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$$

$$F_y = 300 \text{ MPa}$$

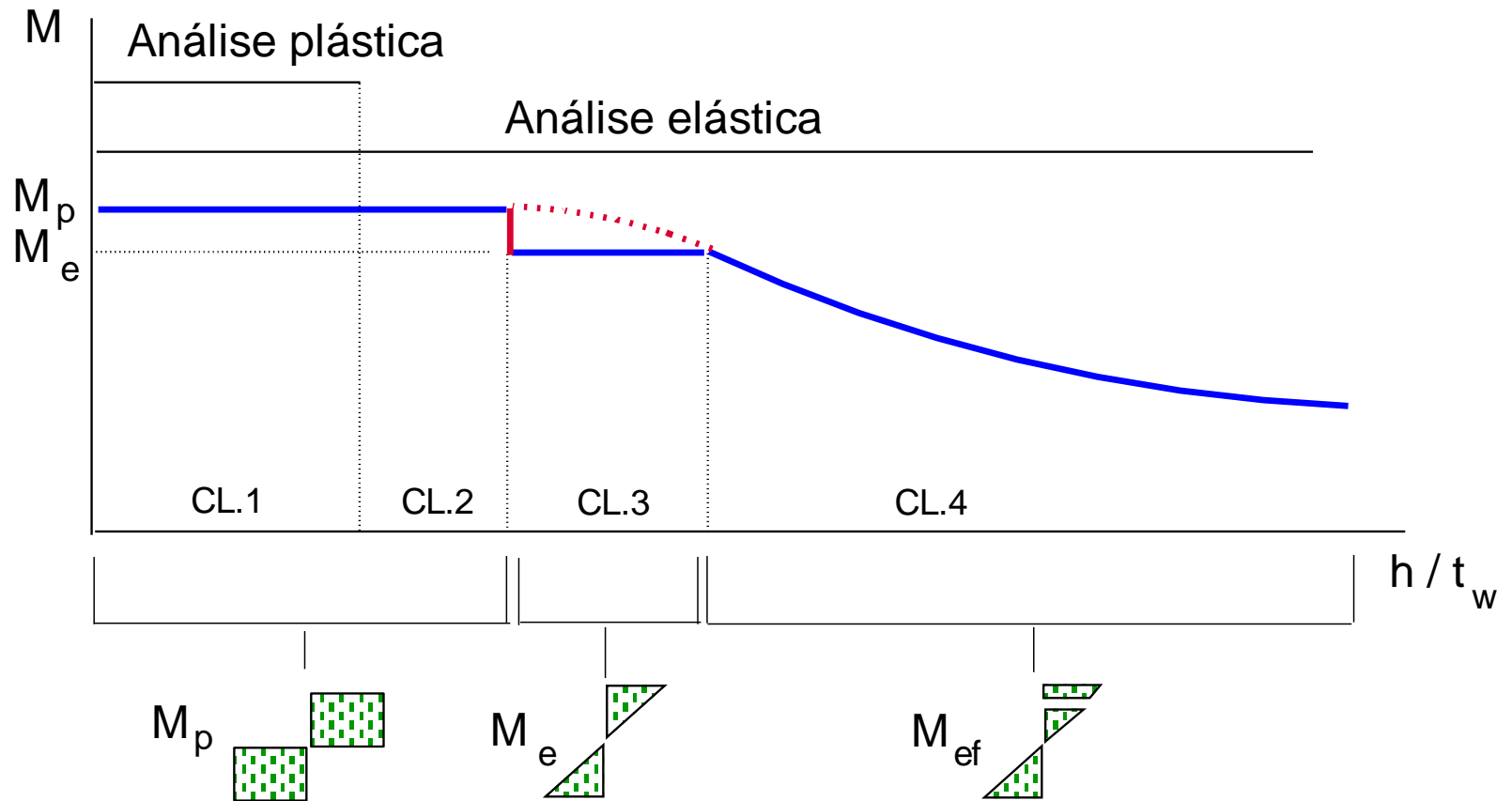
$$\frac{b}{t} \leq 36$$

# CLASSIFICAÇÃO DE PERFIS IGNORADA



- 1. Plástico**   **2. Compacto**   **3. Semi-compacto**   **4. Esbelto**

# RESISTÊNCIA CLASSE 3

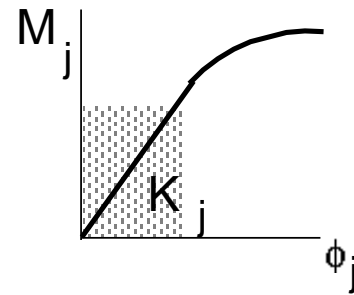
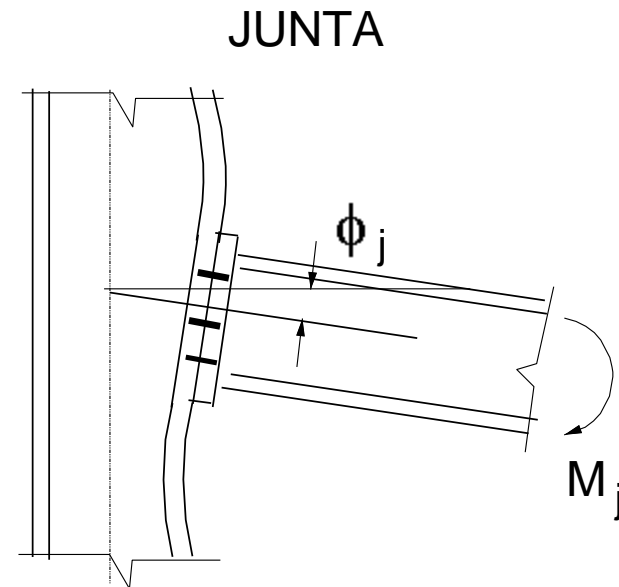
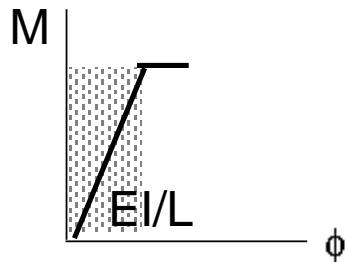
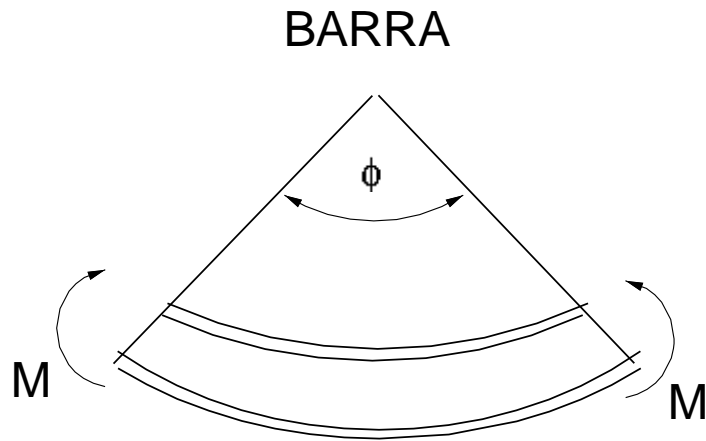


# ANÁLISE GLOBAL + VERIFICAÇÃO DO DIMENSIONAMENTO

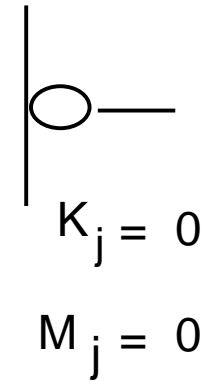
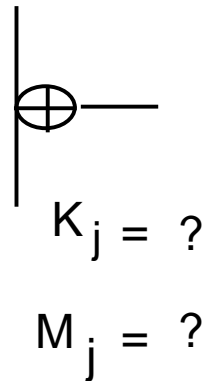
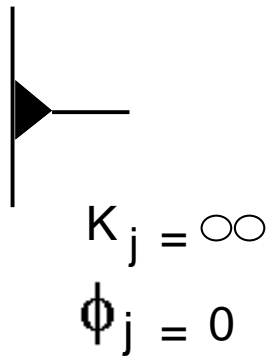
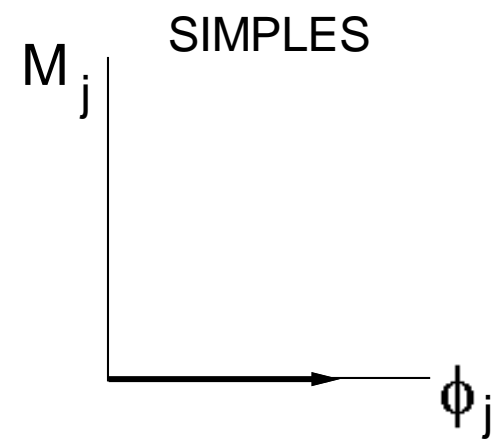
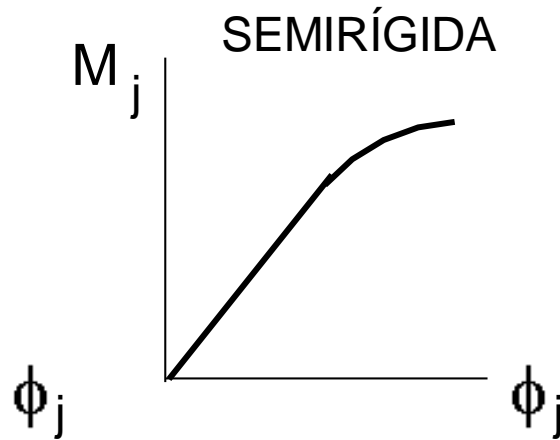
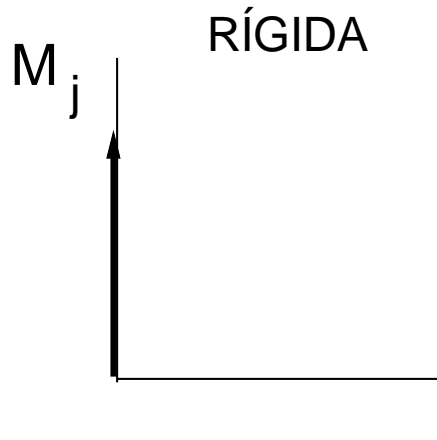
	Análise global	Análise do dimension.
Classe 1	Plástica	Plástica
	Elástica	Plástica
	Elástica	Elástica
Classe 2	Elástica	Plástica
	Elástica	Elástica
Classes 3 e 4	Elástica	Elástica

Análise plástica para alguns casos particulares

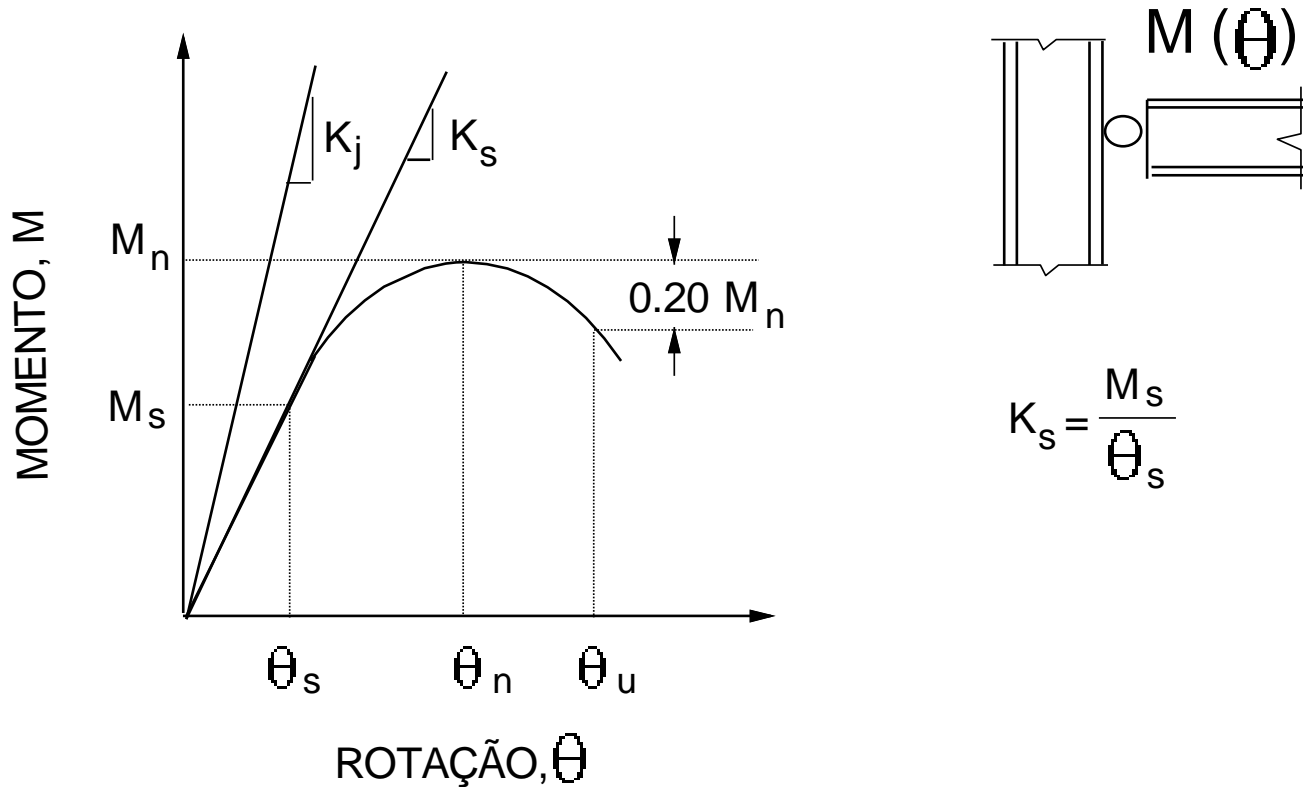
# COMPORTAMENTO DA LIGAÇÃO X COMPORTAMENTO DA BARRA



# MODELAGEM DA LIGAÇÃO



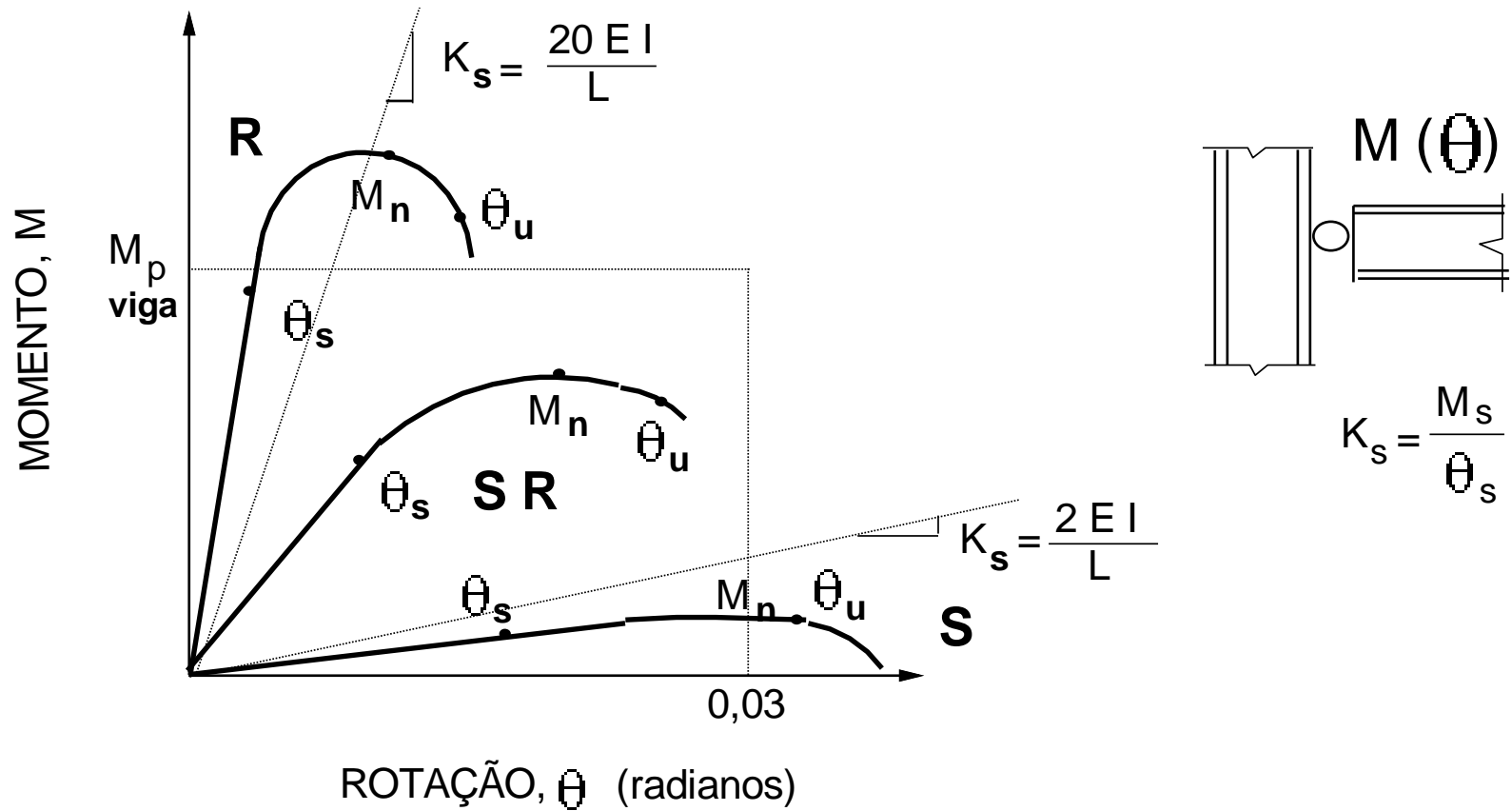
# RESISTÊNCIA, RIGIDEZ E DUCTILIDADE DE UMA LIGAÇÃO SEMI-RÍGIDA (AISC)



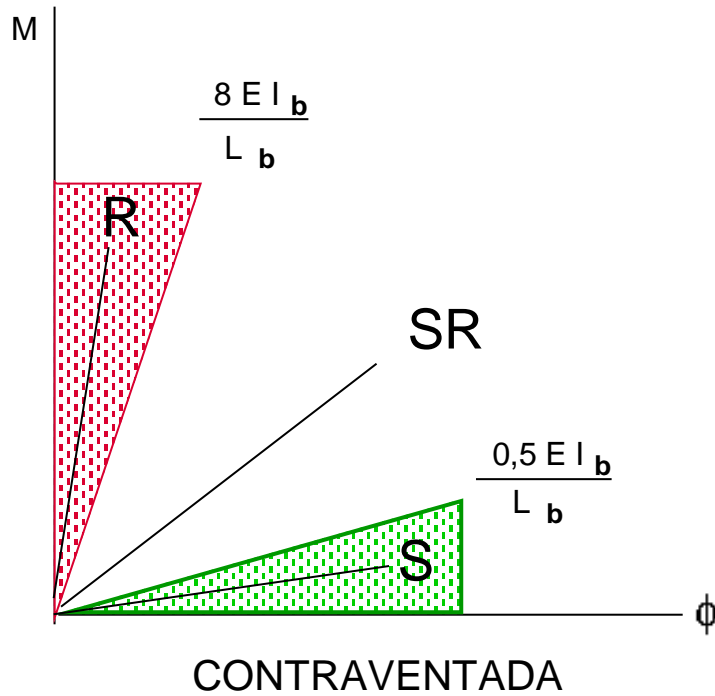
Características de rigidez, resistência e ductilidade de uma ligação semi-rígida



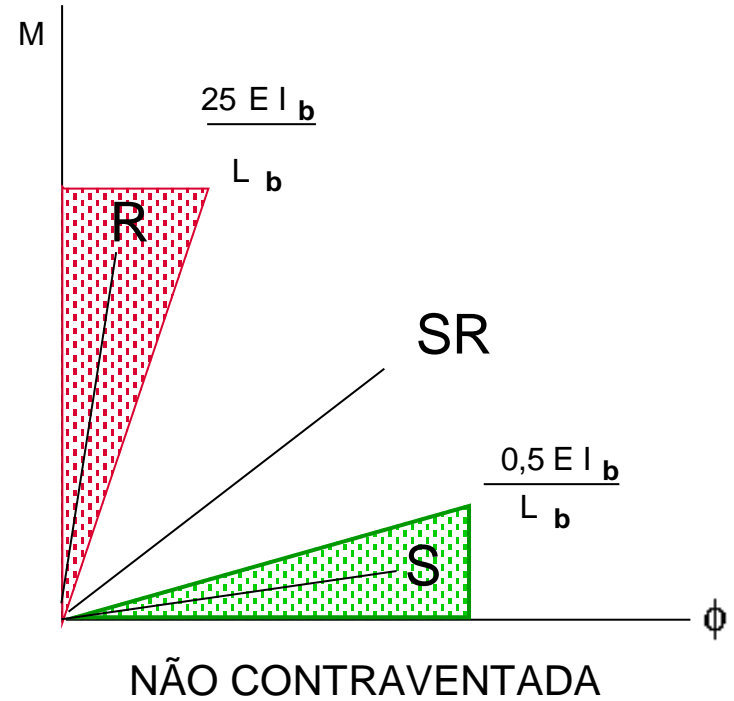
# CRITÉRIO DE CLASSIFICAÇÃO DO AISC



# CRITÉRIO DO EUROCODE RIGIDEZ DE LIGAÇÕES

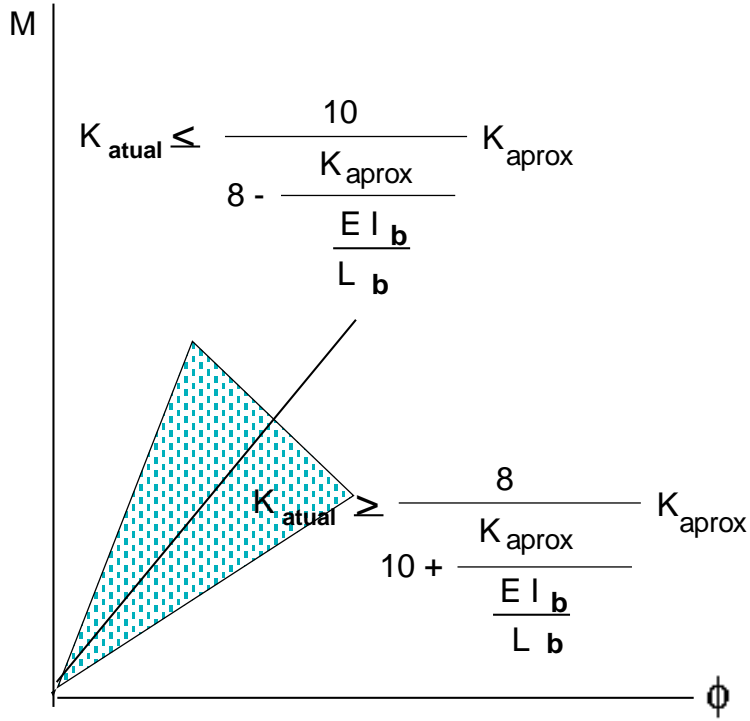


R = RÍGIDA  
S = SIMPLES  
SR = SEMI-RÍGIDA

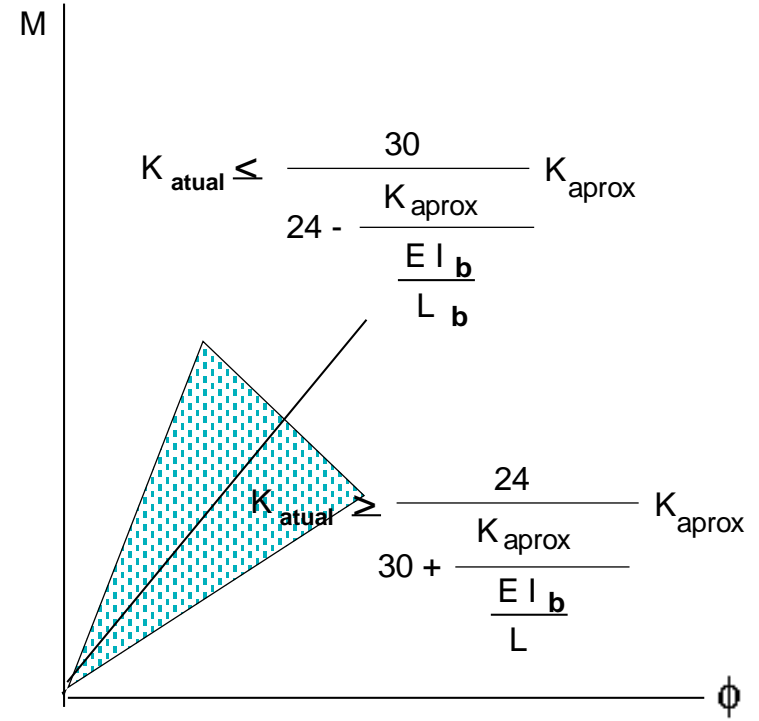


$\frac{E I_b}{L_b}$  = rigidez secante à flexão da viga

# FAIXA ADMISSÍVEL DE RIGIDEZ DE LIGAÇÕES



CONTRAVENTADA



NÃO CONTRAVENTADA

$K_s = \frac{EI_b}{L_b} = \text{rigidez secante à flexão da viga}$

# PORQUÊ ESTRUTURAS DE AÇO NÃO DECOLAM ?

- UNIVERSIDADES FORMAM APENAS “CALCULISTAS” E NÃO ENGENHEIROS DE ESTRUTURAS.
- EXISTE PROFUNDO DESCONHECIMENTO DOS ENGENHEIROS EM VÁRIAS DISCIPLINAS E SUAS INTERRELAÇÕES.
- NÃO USAM AS ESPECIFICAÇÕES MAIS MODERNAS.
- ENSINAM APENAS RESISTÊNCIA E NÃO ESTABILIDADE.
- NÃO ENSINAM NOÇÕES DE METALURGIA. O ALUNO NÃO DISTINGUE UMA CHAPA DE UM TARUGO OU DE UM FORJADO.
- NÃO ENSINAM O ALUNO A USAR TABELAS DE PERFIS LAMINADOS OU SOLDADOS.

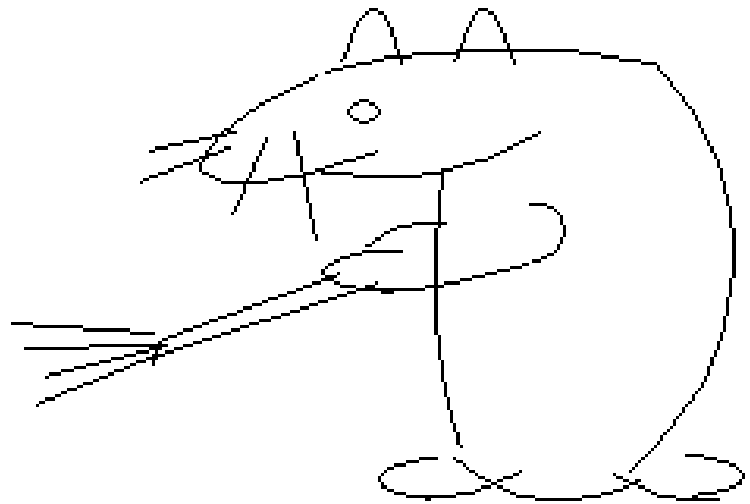
# PORQUÊ ESTRUTURAS DE AÇO NÃO DECOLAM ?

- UNIVERSIDADE NÃO ENSINA QUE NENHUMA PESSOA INTELIGENTE IRÁ ESTIMAR O CUSTO DE UMA ESTRUTURA DE AÇO DE UM EDIFÍCIO COM BASE NO SEU PESO.
- NÃO ENSINA QUE PESO MÍNIMO DA ESTRUTURA NÃO SIGNIFICA CUSTO MÍNIMO.
- NÃO ENSINA QUE UM PROJETO É PRODUTO DE UM INVESTIDOR, UM ARQUITETO, UM ENGENHEIRO DE ESTRUTURAS, CONSULTORES, FABRICANTES MONTADORES, OUTROS ENGENHEIROS, VÁRIOS FORNECEDORES E NÃO DEPENDE DE APENAS UM “CALCULISTA”.
- O ALUNO NUNCA OUVIU FALAR DE EULER, ST.VENANT, CIRCULOS DE MOHR EM UM PLANO BI-DIMENSIONAL OU TRIDIMENSIONAL OU LEI DE HOOKE.

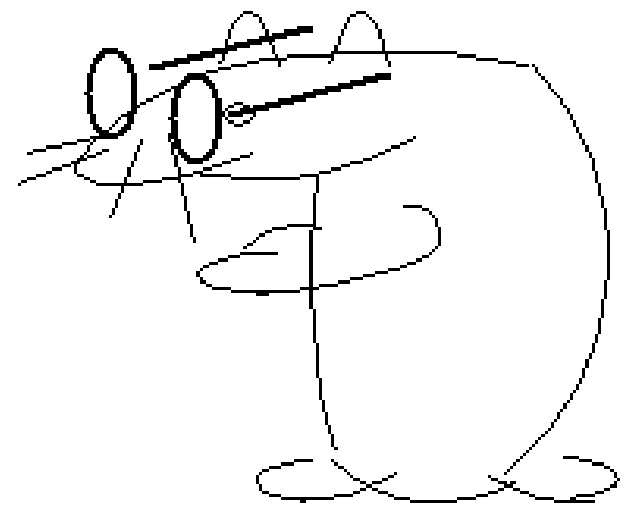
# AÇO x CONCRETO x ALVENARIA

- ENGENHEIROS TEM DIFICULDADE EM LIDAR COM ESTRUTURAS DE AÇO ACOPLADAS À ESTRUTURAS DE CONCRETOE OU A ALVENARIAS
- ESQUECEM QUE O CONCRETO DEVE AGUARDAR O PERÍODO DE CURA E QUE SUAS PROPRIEDADES VARIAM COM O TEMPO.
- ESQUECEM DE FISSURAS E ENTRADA DE ÁGUA
- ESPERAM QUE “CHUMBADORES QUÍMICOS” CUREM TODOS OS MALES

# O CASO DO RATINHO SOLDADOR

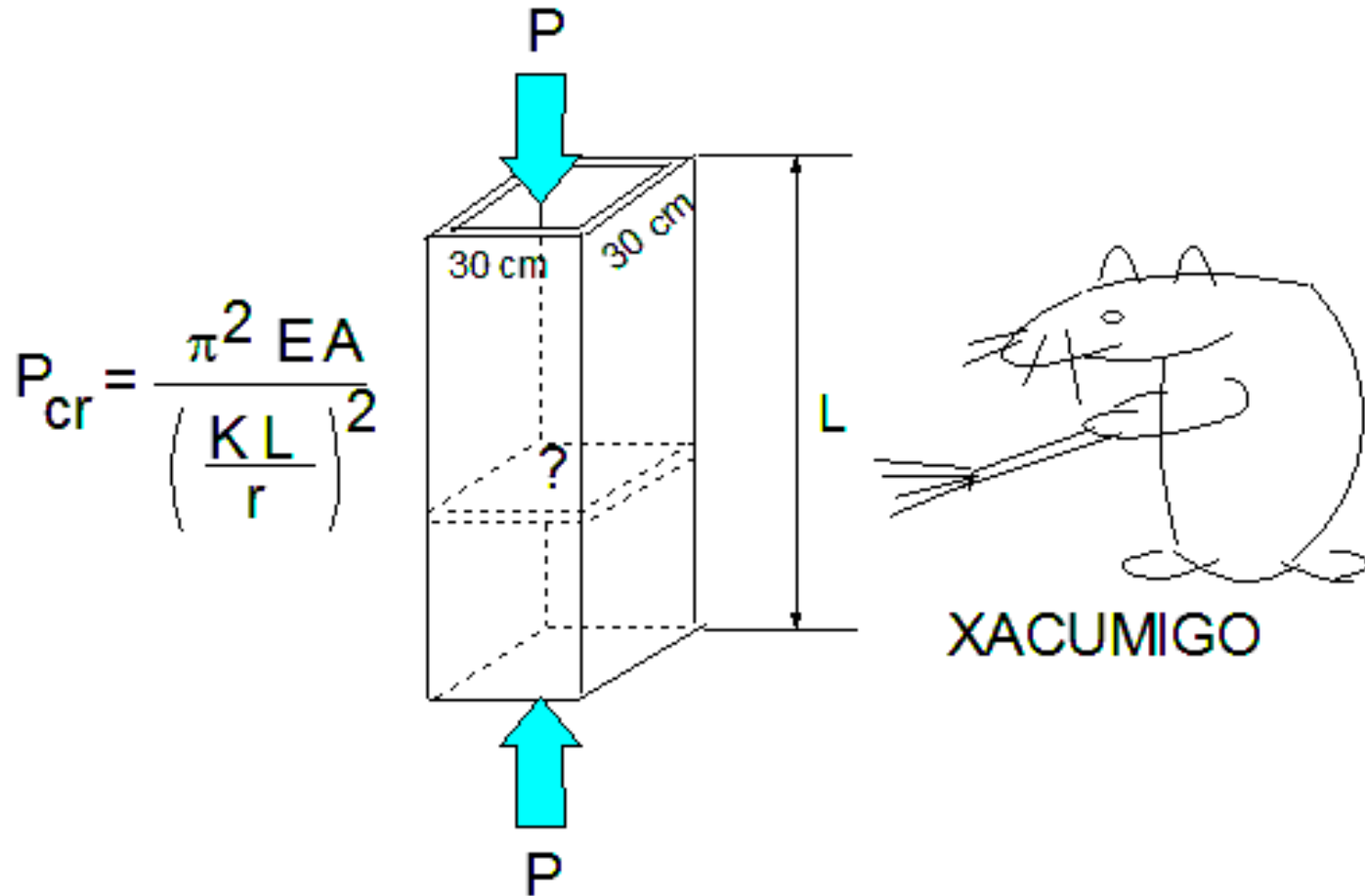


SOLDADOR



INSPETOR

# VOCÊ PRECISA DE UM ENRIJECEDOR? CHAME O RATINHO SOLDADOR





# PORQUÊ ESTRUTURAS DE AÇO NÃO DECOLAM ?

- AS UNIVERSIDADES NÃO ENSINAM QUE AS ESTRUTURAS DEVEM SER ECONOMICAMENTE CONSTRÚÍVEIS E FUNCIONAIS NÃO NECESSARIAMENTE MAIS “LEVES”.
- NÃO ENSINAM TEORIA DA ELASTICIDADE RAMO IMPORTANTE DA FÍSICA MATEMÁTICA QUE LIDA COM AS RELAÇÕES ENTRE FORÇAS, DESLOCAMENTOS E TENSÕES EM UM CORPO ELÁSTICO.
- ALUNO USA PROGRAMAS DE COMPUTADOR SEM ENTENDER O QUE SE PASSA.
- ALUNO NÃO DISTINGUE POR EXEMPLO, ESTRUTURA DE BARRAS DE UMA ESTRUTURA DE GRELHA OU ESPACIAL.
- NÃO CONHECE METALURGIA NEM SÍMBOLOS DE SOLDA.

# PORQUÊ AS ESTRUTURAS DE AÇO NÃO DECOLAM ?

- EMPRESAS CONTRATAM PROJETO PELO MENOR PREÇO NÃO SE IMPORTANDO COM A QUALIDADE DO CONTRATADO.
- EMPRESAS DA CONSTRUÇÃO CONTRATAM SERRALHEIROS .
- EMPRESAS DA CONSTRUÇÃO CONTRATAM CONSULTORES MAS NÃO ACEITAM PARECERES DESSES CONSULTORES.
- GERENTES DE CONTRATO SÃO LEIGOS EM TECNOLOGIA DE ESTRUTURAS DE AÇO ACEITAM BAIXA QUALIDADE DO PRODUTO, IGNORAM SEGURANÇA E SÓ PRESSIONAM POR PRAZOS.
- MAUS PROJETOS DE ARQUITETURA PREJUDICAM A IMAGEM DAS ESTRUTURAS DE AÇO.

# DETALHAMENTO DE ESTRUTURAS

- A MAIORIA DOS ENGENHEIROS NÃO SABE DETALHAR AS ESTRUTURAS QUE PROJETAM VALENDO-SE DE PROJETISTAS QUE APESAR DOS ANOS DE EXPERIÊNCIA, CONTINUAM REPETINDO OS MESMOS ERROS ANO APÓS ANO.
- PROJETISTAS DESCONHECEM NORMAS DE PROJETO.
- ARQUITETOS SE JULGAM CAPAZES DE DEFINIR O TIPO DE PERFIL MAIS ADEQUADO A UMA ESTRUTURA, O TIPO DE LIGAÇÃO SEM CONHECER A TEORIA DAS ESTRUTURAS.

# PORQUÊ AS ESTRUTURAS DE AÇO NÃO DECOLAM ?

- SIDERÚRGICAS E EMPRESAS LIGADAS AO SETOR NÃO INVESTEM EM TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO.
- QUALQUER LEIGO QUE POSSUI UM COMPUTADOR E UM PROGRAMA DE ESTRUTURAS, DEPOIS DE UM CURTO TEMPO DE TREINAMENTO, JULGA-SE APTO A FAZER UM PROJETO SEM SABER O QUE É ELASTICIDADE OU PLASTICIDADE.
- EMPRESAS NÃO SABEM O QUE É UM SISTEMA INTEGRADO DE ENTREGA DE UM PROJETO. NÃO CONHECEM O “BIM”(BUILDING INFORMATION MODELING).
- EMPRESÁRIOS DA CONSTRUÇÃO NÃO SABEM USAR O STEEL DECK.

# PORQUÊ AS ESTRUTURAS DE AÇO NÃO DECOLAM ?

- FABRICANTES NÃO SABEM QUE PRECISAM  
DETALHAR TODAS AS PEÇAS DA ESTRUTURA ANTES  
DE PREPARAR UM DESENHO DE MONTAGEM.

# PORQUÊ AS ESTRUTURAS DE AÇO NÃO DECOLAM ?

- “CALCULISTAS” NÃO SABEM QUE NÃO SE PODE APLICAR CONTRAFLECHA EM PERFIS CURTOS E RÍGIDOS NO ENTANTO ESPECIFICAM O PROCEDIMENTO NO SEU PROJETO.
- NÃO CONHECEM TOLERÂNCIAS E NÃO AS ESPECIFICAM.
- NÃO SABEM QUE NÃO SE PODE MONTAR UMA ESTRUTURA ANTES DE NIVELAR, ALINHAR E APRUMA-LA.
- NÃO SABEM QUAL É A DOCUMENTAÇÃO NECESSÁRIA PARA SE INICIAR A FABRICAÇÃO E APRESENTAM DESENHOS E ESPECIFICAÇÕES INCOMPLETAS.

# ESTRUTURAS DE CONCRETO

PARABENS A VOCÊ

MUITOS ANOS DE VIDA

OBRIGADO PELA PACIÊNCIA EM ME OUVIR