



Propostas Brasileiras e Latino Americanas para o *fib*MC2020

Fernando Stucchi

Workshop *fib*MC2020 - São Paulo

29-09-2017

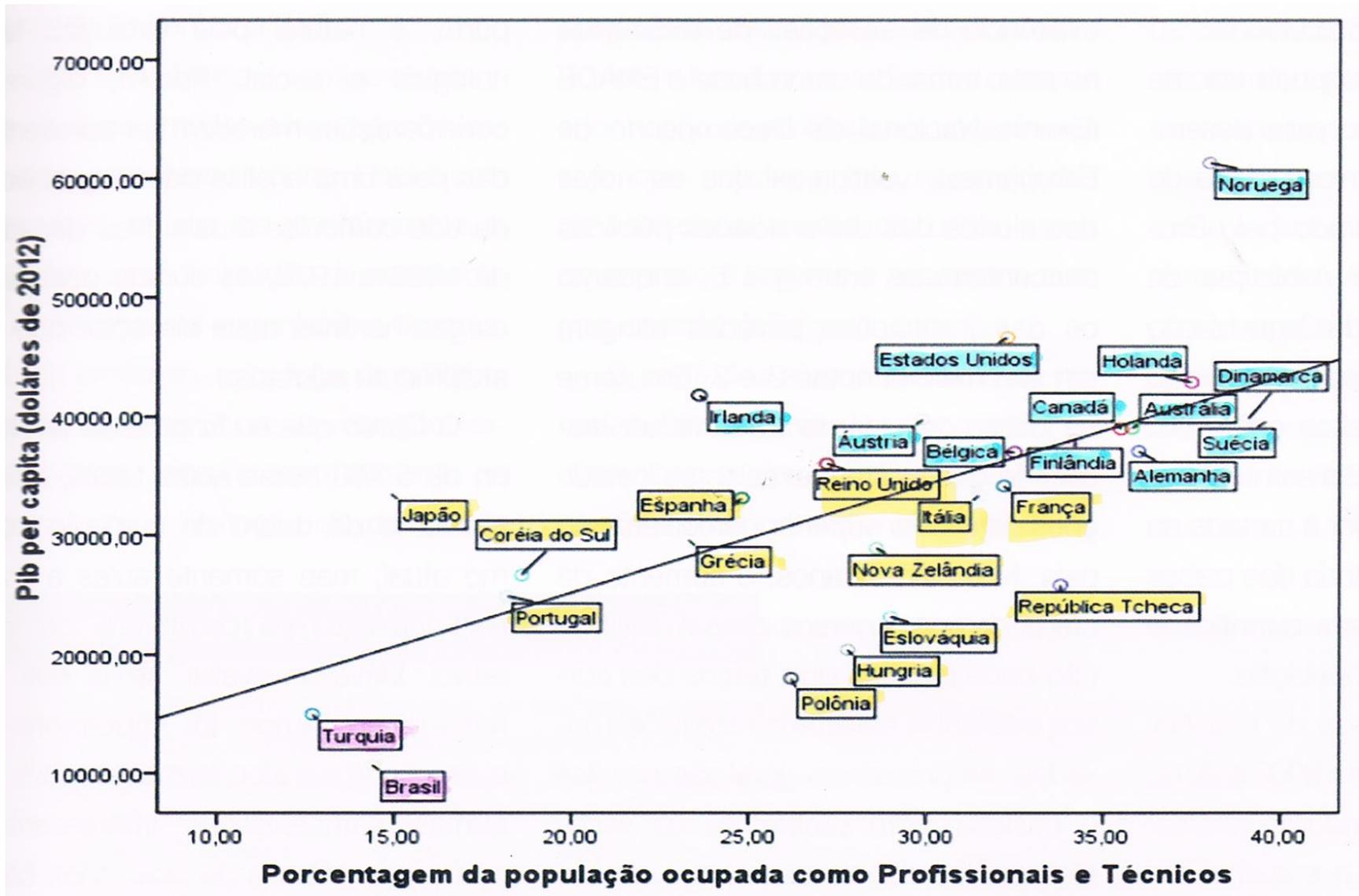
Propostas Brasileiras para o *fib*MC2020

1. Necessidades de países em desenvolvimento

Países em desenvolvimento são aqueles cujos **recursos são pequenos e insuficientes para cobrir todas as suas necessidades**. Quanto maior o país, maior as suas dificuldades.

As necessidades prioritárias são **Saúde, Educação e Segurança**. Precisamos que nossas crianças atinjam a maturidade com saúde e educação. O que sobra para investimentos, em infraestrutura por exemplo, deve ser usado com muito cuidado, **priorizando os itens mais importantes e otimizando os processos de projeto, execução e manutenção**.

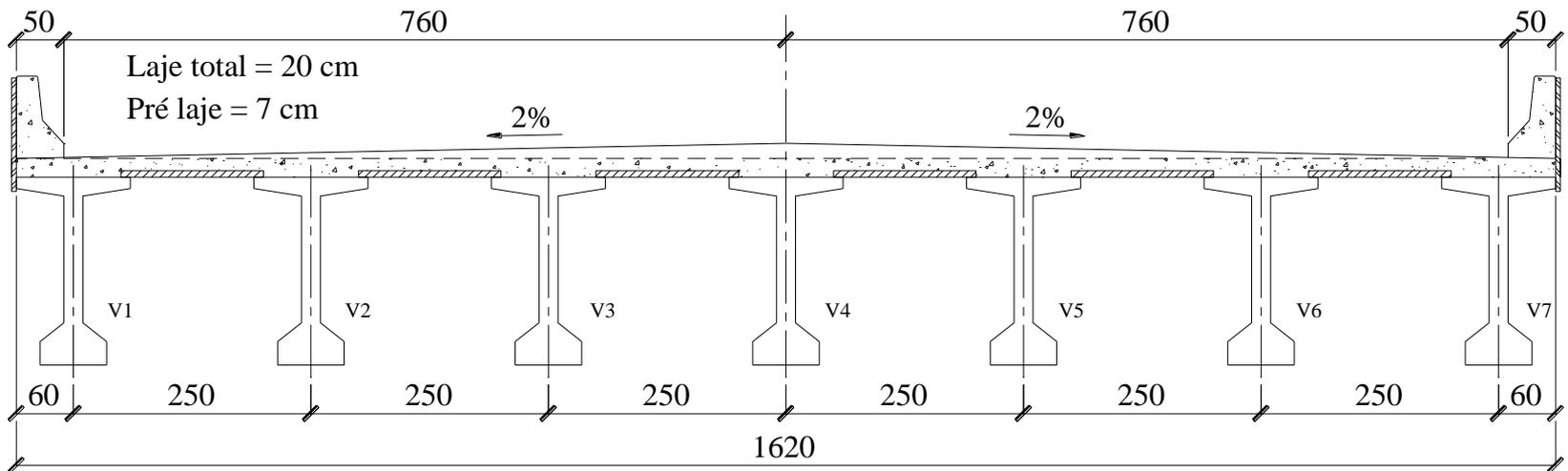
Como esses países acabam tendo que aceitar maiores riscos do nascimento à maturidade de seus cidadãos, **faz sentido aceitar riscos similares nesses 3 processos**.



Exemplos

1.1 Edifícios – Pesquisa edifícios de 15 andares - ACI – 3rd IWSCA-05
Espessura média: **Brasil - 22cm (sem sismo)**; USA – 34cm;
... Chile – 40cm. **Brasil (ACI318) - ~ 26cm**

1.2 Pontes de vigas pré-moldadas – Artigo com J. Almeida (Portugal)



Lajes brasileiras – **20cm sem estribos**

Lajes portuguesas – **25cm com estribos**

2. Propostas para a *fib* facilitar nosso uso do MC2020

Para facilitar a adaptação dos critérios *fib* às realidades nacionais desses países propõe-se que a *fib*:

- Procure **evitar o uso de fatores de segurança implícitos**, deixando-os sempre explícitos, especialmente nas equações do ELU.
- Procure, sempre que possível, para os problemas de dimensionamento e verificação, **modelos simples** (simples e não simplistas que desprezariam itens essenciais) **e objetivos de modo a evitar mal entendidos**.
- Procure analisar questões como **dimensões mínimas** que em muitos casos oneram demais as estruturas, como no caso de **lajes e pilares**.

3. O problema da escolha dos modelos a adotar.

Dois modelos, um de pesquisa, que acompanha mais de perto a realidade física e outro de Engenharia, mais simples e claro nos parecem suficientes.

Procurando harmonizar nossas propostas com a estrutura atual do *fib* Model Code, que propõe vários níveis de aproximação, vamos procurar propor modelos de maior nível de aproximação que não percam tanto a economicidade.

4. Propostas específicas - comentários brasileiros ao *fib*MC2010

4.1 “Global Resistance Format” – Fator de Segurança Global

A nossa crítica de que o fator de segurança nesse formato deveria variar conforme o tipo de estado limite (concreto à tração, ou à compressão, aço à tração, aderência, etc.) foi completamente atendido pela proposta do G. Mancini em Lausanne.

4.2 Efeito das cargas permanentes sobre a Resistência à compressão do concreto.

Como resultado de ações horizontais pequenas (vento fraco e terremoto desprezível) e de não estabelecer limites para tensões em serviço, as normas brasileiras permitem estruturas mais esbeltas que trabalham sob tensões em serviço mais altas e a importância da redução da resistência à compressão do concreto devida às ações permanentes ($\alpha_{cc} = 0.85$) é mais importante que usualmente. Assim sugerimos que esse assunto seja discutido no *fib*MC2020.

4.3 Cisalhamento em laje sem estribos.

A Teoria do Campo de Compressão, adotada pelo *fib*MC2010 como base para vários níveis de aproximação, se deve a vários fatores, dentre os quais ressaltamos a preocupação com elementos expressos, **vigas** ou lajes, sem estribo (aceitos até hoje pelo ACI318).

Esse modelo teórico é muito interessante e rico, mas os vários níveis de aproximação dele derivados resultaram muito conservadores.

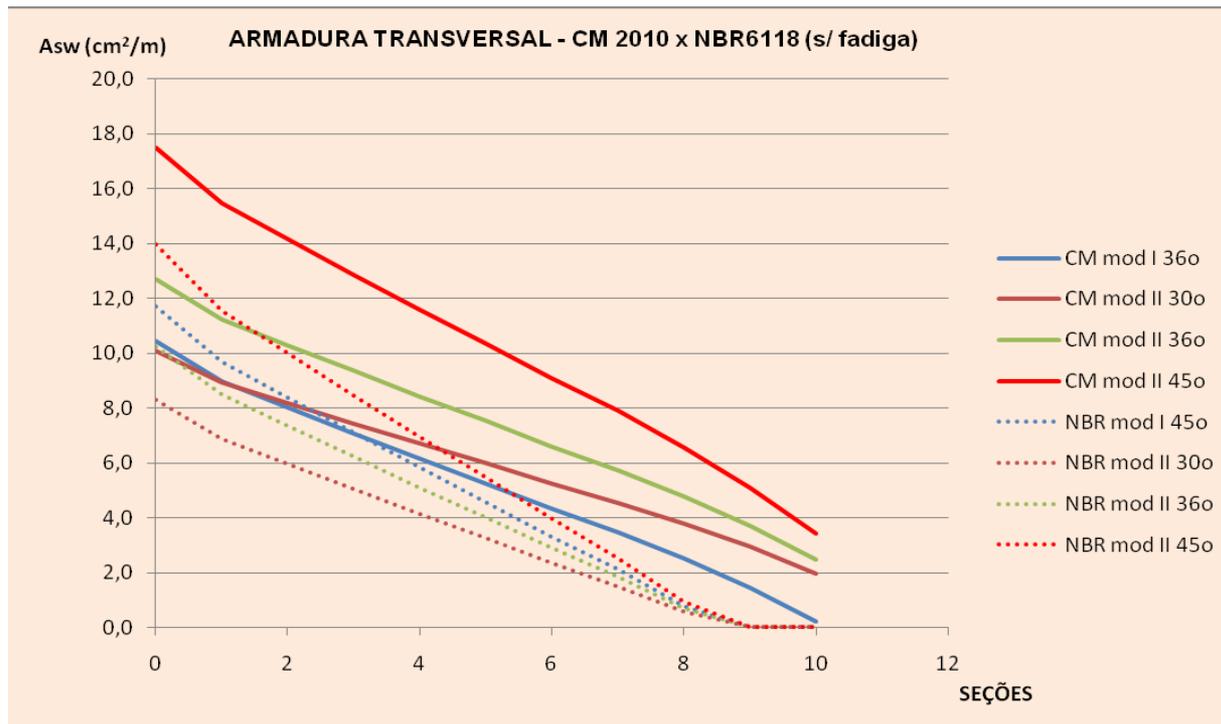
Existem modelos simples que dão resultado bastante próximo ao do Método do Campo de Compressão para lajes usuais, 10 a 30 cm.

Lajes sem estribos estão presentes em todos os edifícios e pontes no Brasil e na maioria dos países do mundo. A ideia é propor soluções aproximadas menos conservadoras, construídas a partir do Método do Campo de Compressão.

4.4 Cisalhamento em vigas com estribos.

A mesma coisa acontece no caso de vigas com estribos. Veja o exemplo de uma ponte ferroviária com: $d=1,78\text{m}$; $b_w=0,215\text{m}$; $f_{ck}=40\text{MPa}$, retirado dos comentários brasileiros ao **fib**MC2020. O gráfico abaixo mostra os modelos I e II do **fib**MC2010 comparados aos da NBR6118.

A ideia é a mesma, propor modelos aproximados menos conservadores.



4.5 Colunas esbeltas.

Em países sísmicos, devido às grandes ações horizontais sísmicas, colunas esbeltas são raras a ponto de ser desnecessário um critério especial para elas.

Como dito em 4.2, em países como o Brasil ocorre o contrario, todo edifício tem alguns pilares esbeltos e um bom critério é altamente desejável.

A ideia é propor um critério que considere uma rigidez mais realista para a coluna ao longo de sua altura, em lugar do critério atual de considera para toda a coluna a rigidez última da seção crítica (do engastamento no caso de pilar em balanço).

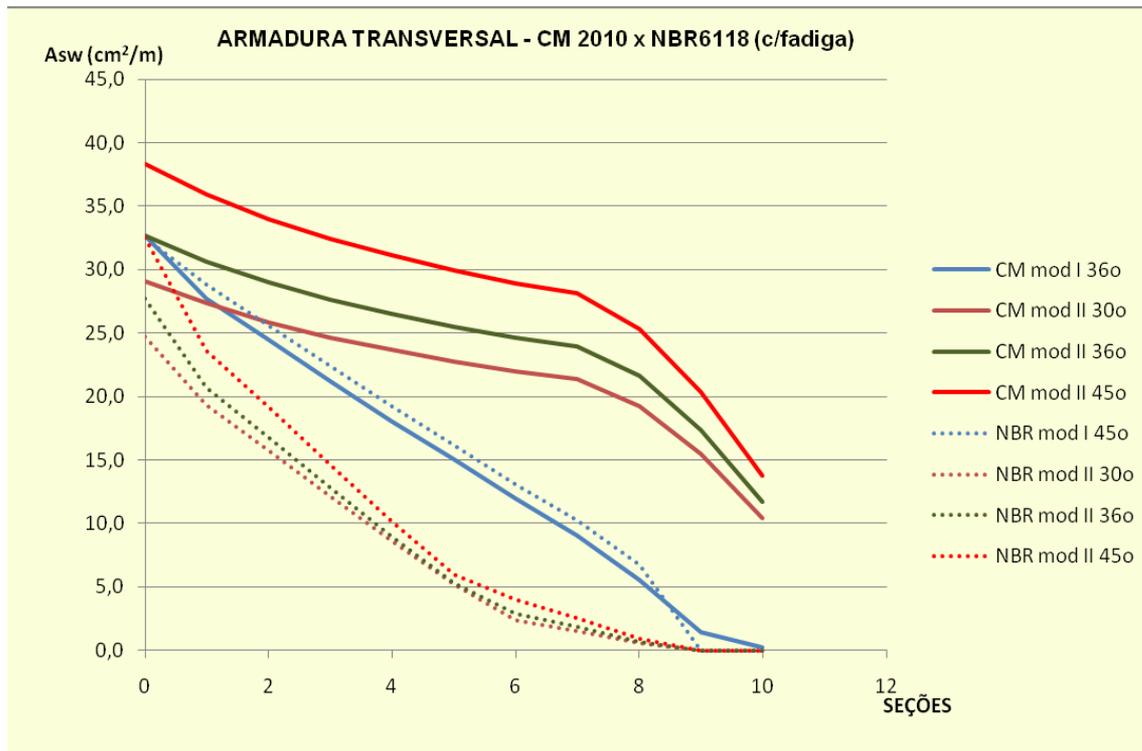
4.6 Fatigue.

O critério de fadiga do *fib*MC2010, como o Eurocode- EC2, resultaram muito conservadores especialmente para força cortante.

O exemplo a seguir, retirado dos comentários brasileiros ao *fib*Mc2020, compara esses critérios.

Critérios mais realistas são especialmente importantes para países em desenvolvimento e grandes como o Brasil, onde a maioria das mercadorias são transportadas por rodovias – nossos trens andam sobre pneus – são os treminhões – mistura de trem com caminhão!

É difícil que consigamos sugerir alguma coisa nessa linha, por falta de tempo e recursos, humanos e materiais.



4.7 Robustez.

Pensando em colapso progressivo e colapso desproporcional à causa, seria muito conveniente dispor de critérios convenientes para estruturas usuais reunidos num capítulo especialmente criado para tal. Esses critérios faltam em muitas normas pelo mundo, inclusive a brasileira. Ainda não viabilizamos um grupo para isso.

4.8 Detalhamento.

O detalhamento é muito importante para a segurança, o que fica evidente pelo número de colapsos devido a maus detalhes. Sugerimos que o *fib*MC2020 dedique um bom capítulo para isso. Ainda não viabilizamos um grupo para isso.

4.9 Verificação apoiada em simulações numéricas ou em testes de laboratório.

Se os critérios do Método Semi-probabilístico cobrem razoavelmente todas as variabilidades de ações, resistências e, claro, suas próprias, decorrentes de suas limitações, alguém pode dizer:

“Não deve haver grande diferença entre ele e Métodos Alternativos. Se existe, deveríamos ao menos tentar reduzi-las.

Casos especiais podem ser elementos onde, por mais variadas razões, os critérios normalizados resultaram muito seguros. Se um Modelo Analítico Não-linear puder mostrar essas qualidades, confirmado por testes, poderíamos certamente levar isso em conta no projeto desses elementos, mas:

Pensamos que um objetivo importante da **fib** seria definir para esse problema:

- como deveria ser certificado um poderoso programa não-linear;
- quais requisitos normativos (detalhamento, robustez, etc.) ainda deveriam ser respeitados qualquer que seja o programa de computador usado ou mesmo teste executado.

Temos um grupo trabalhando nisso.

5. Grupo *fib* - Latino Americano – Projeto Sísmico.

Pronto o programa deste Workshop comecei a convidar o pessoal da A. Latina que conhecia do ACI-318.

O Mario E. Rodriguez - National University of Mexico, Mexico City me respondeu interessado, mas especialmente na parte Sísmica. Ele acabou não podendo vir, mas nasceu a ideia de formarmos um Grupo *fib* - Latino Americano de Projeto Sísmico.

Com a anuência da *fib*, é lógico que a aprovação final deve vir da entidade, e a contribuição do Sergio Hampshire dos Santos, que coordenou a nossa Norma de Sismo e trabalha no assunto, estamos instalando hoje esse grupo e convidando os interessados a se inscrever.

Solicite sua inscrição – secretariaexecutiva@abece.com.br

Grato pelo interesse e atenção