

Sobre a Arte de Construir e Projetar Estruturas ! Uma Reflexão.



30 de março a 02 de abril de 2021

Paulo Helene
Diretor Presidente



Edificando Ideias e Concretando Valores

Créditos da imagem:
www.fotomundo.com.br - FC&VB

A indústria do cimento no Brasil

- ✓ Presente desde 1926
- ✓ 24 grupos industriais
- ✓ 100 fábricas (88 municípios e 24 estados)
 - 62 integradas (extração + transformação)
 - 38 moagens
- ✓ 20 fábricas fechadas temporariamente

✓ Vendas	2014: 71,7 M tons	↓ - 26,5%
	2015: 65,4 M tons	
	2016: 57,5 M tons	
	2017: 53,3 M tons	
	2018: 52,7 M tons	
	↓	
	2019: 54,5 M tons	(+ 3,5%)
	2020: 60,8 M tons	(+ 10,9%)

- ✓ Capacidade 100,0 M tons / ano



Fonte: SNIC



Brasil e o panorama mundial do cimento

Brasil sempre entre os 10 maiores produtores mundiais

2015

País	Produção de cimento M tons
China	2.350,0
India	270,0
Estados Unidos	83,4
Turquia	77,0
Brasil (5º)	72,0
Rússia	69,0
Irã	65,0
Coreia do Sul	63,0
Vietnã	60,0
Japão	55,0
Egito	55,0
Produção mundial	4.100,0

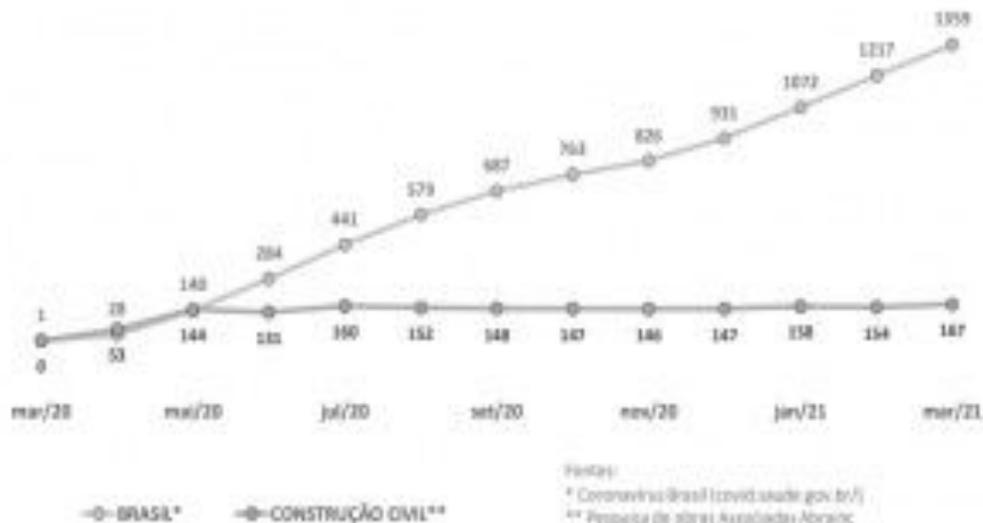
2020 E

País	Produção de cimento M tons
China	2.200,0
India	340,0
Vietnã	96,0
Estados Unidos	90,0
Indonésia	73,0
Turquia	66,0
Irã	60,0
Brasil (8º)	57,0
Rússia	56,0
Japão	53,0
Egito	50,0
Produção mundial	4.200,0

➔ 60,8 M tons

COVID-19: COMPARATIVO BRASIL x CONSTRUÇÃO CIVIL

MORTALIDADE COVID-19 POR MILHÃO DE HABITANTES



Fontes:

* Coronavírus Brasil (covid.saude.gov.br/)

** Pesquisa de obras Assessoria Abraccon

Atualização: 18/03/2021

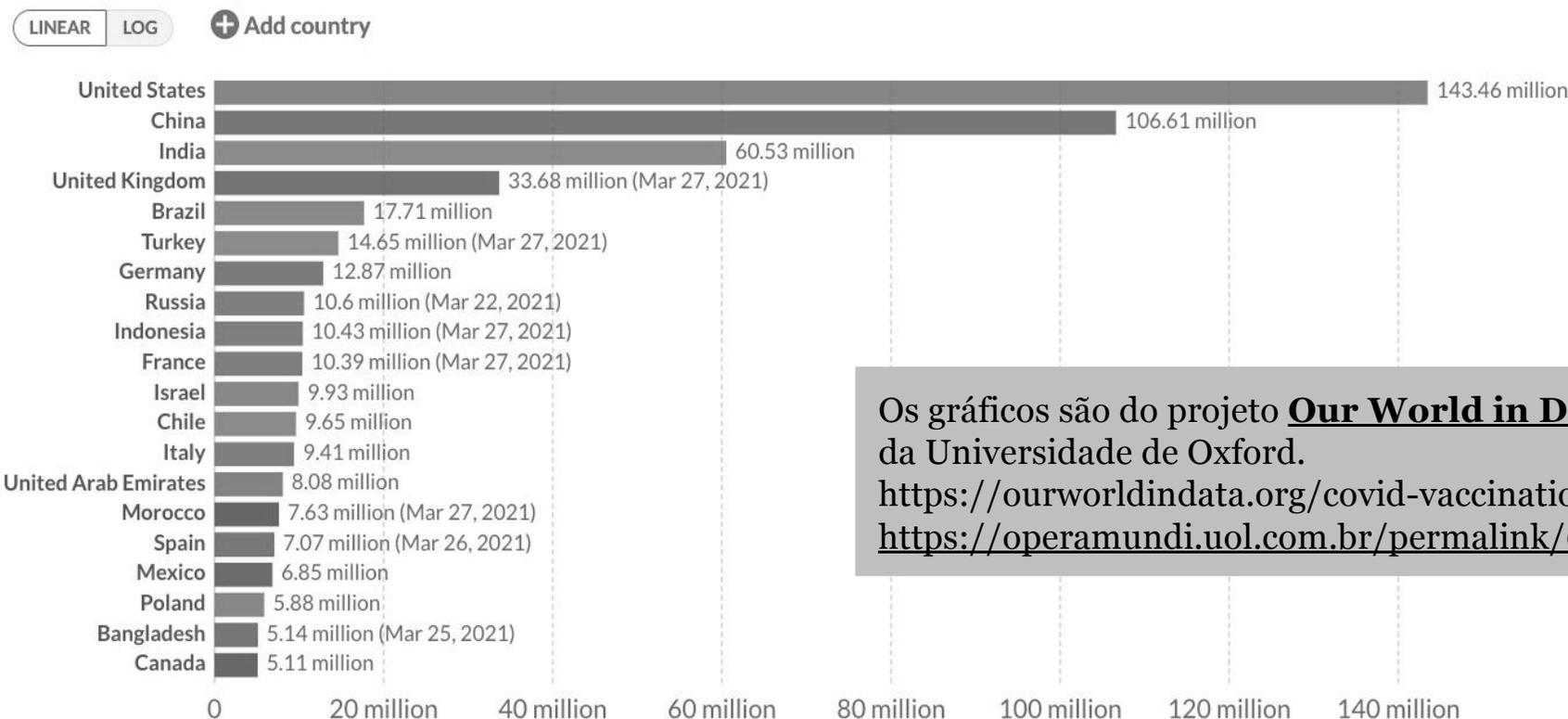
Pesquisa e Monitoramento dos Trabalhadores nos canteiros de obra

- ✓ março de 2020 → março 2021
- ✓ pesquisa semanal, 46 semanas
- ✓ 886 obras em andamento;
- ✓ 0,3% do total de trabalhadores infectados (teste Covid-19 positivo);
- ✓ 12 óbitos acumulados desde março/20;
- ✓ 6.140 trabalhadores já se recuperaram da doença;
- ✓ número de mortes/milhão de habitantes continua bem abaixo da média nacional → 167 na construção vs 1.359 no Brasil

COVID-19 vaccine doses administered, Mar 28, 2021

Total number of vaccination doses administered. This is counted as a single dose, and may not equal the total number of people vaccinated, depending on the specific dose regime (e.g. people receive multiple doses).

Our World in Data



Os gráficos são do projeto **Our World in Data**, da Universidade de Oxford.
<https://ourworldindata.org/covid-vaccinations>
<https://operamundi.uol.com.br/permalink/67957>

Source: Official data collated by Our World in Data - Last updated 29 March, 12:10 (London time)

OurWorldInData.org/coronavirus • CC BY

Sobre a Arte de Construir e Projetar Estruturas! Uma Reflexão.

	PAÍS	POPULAÇÃO
1	 China	1,439,323,774
2	 Índia	1,380,004,385
3	 Estados Unidos	331,002,647
4	 Indonésia	273,523,621
5	 Paquistão	220,892,331
6	 Brasil	212,559,409
7	 Nigéria	206,139,587
8	 Bangladesh	164,689,383
9	 Rússia	145,934,460
10	 México	128,932,753
11	 Japão	126,476,458
12	 Etiópia	114,963,583
13	 Filipinas	109,581,085
14	 Egito	102,334,403
15	 Vietname	97,338,583
16	 RD Congo	89,561,404
17	 Turquia	84,339,067
18	 Irão	83,992,953
19	 Alemanha	83,783,945
20	 Tailândia	69,799,978

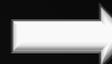
20	 Tailândia	69,799,978
21	 Reino Unido	67,886,004
22	 França	65,273,512
23	 Itália	60,461,828
24	 Tanzânia	59,734,213
25	 África do Sul	59,308,690
26	 Myanmar	54,409,794
27	 Quênia	53,771,300
28	 Coreia do Sul	51,269,183
29	 Colômbia	50,882,884
30	 Espanha	46,754,783
31	 Uganda	45,741,000
32	 Argentina	45,195,777
33	 Argélia	43,851,043
34	 Sudão	43,849,269
35	 Ucrânia	43,733,759
36	 Iraque	40,222,503
37	 Afeganistão	38,928,341
38	 Polónia	37,846,605
39	 Canadá	37,742,157
40	 Marrocos	36,910,558

<https://www.populationpyramid.net/pt/popula%C3%A7%C3%A3o/2020/>

Sobre a Arte de Construir e Projetar Estruturas! Uma Reflexão.



40		Marrocos	36,910,558
41		Arábia Saudita	34,813,867
42		Uzbequistão	33,469,199
43		Peru	32,971,846
44		Angola	32,866,268
45		Malásia	32,365,998
46		Moçambique	31,255,435
47		Gana	31,072,945
48		Iémen	29,825,968
49		Nepal	29,136,808
50		Venezuela	28,435,943
51		Madagáscar	27,691,019
52		Camarões	26,545,864
53		Costa do Marfim	26,378,275
54		Coreia do Norte	25,778,815
55		Austrália	25,499,881
56		Níger	24,206,636
57		Sri Lanka	21,413,250
58		Burkina Faso	20,903,278
59		Mali	20,250,834
60		Roménia	19,237,682



60		Roménia	19,237,682
61		Malawi	19,129,955
62		Chile	19,116,209
63		Cazaquistão	18,776,707
64		Zâmbia	18,383,956
65		Guatemala	17,915,567
66		Equador	17,643,060
67		Síria	17,500,657
68		Países Baixos	17,134,873
69		Senegal	16,743,930
70		Camboja	16,718,971
71		Chade	16,425,859
72		Somália	15,893,219
73		Zimbabwe	14,862,927
74		Guiné	13,132,792
75		Ruanda	12,952,209
76		Benim	12,123,198
77		Burundi	11,890,781
78		Tunísia	11,818,618
79		Bolívia	11,673,029
80		Bélgica	11,589,616

<https://www.populationpyramid.net/pt/popula%C3%A7%C3%A3o/2020/>

Sobre a Arte de Construir e Projetar Estruturas! Uma Reflexão.

80		Bélgica	11,589,616
81		Haiti	11,402,533
82		Cuba	11,326,616
83		Sudão do Sul	11,193,729
84		República Dominicana	10,847,904
85		República Checa	10,708,982
86		Grécia	10,423,056
87		Jordânia	10,203,140
88		Portugal	10,196,707
89		Azerbaijão	10,139,175
90		Suécia	10,099,270
91		Honduras	9,904,608
92		Emirados Árabes Unidos	9,890,400
93		Hungria	9,660,350
94		Tajiquistão	9,537,642
95		Bielorrússia	9,449,321
96		Áustria	9,006,400
97		Papua-Nova Guiné	8,947,027
98		Sérvia	8,737,370
99		Israel	8,655,541
100		Suíça	8,654,618

100		Suíça	8,654,618
101		Togo	8,278,737
102		Serra Leoa	7,976,985
103		Hong Kong	7,496,988
104		Laos	7,275,556
105		Paraguai	7,132,530
106		Bulgária	6,948,445
107		Líbia	6,871,287
108		Líbano	6,825,442
109		Nicarágua	6,624,554
110		Quirguistão	6,524,191
111		El Salvador	6,486,201
112		Turquemenistão	6,031,187
113		Singapura	5,850,343
114		Dinamarca	5,792,203
115		Finlândia	5,540,718
116		Congo	5,518,092
117		Eslováquia	5,459,643
118		Noruega	5,421,242
119		Omã	5,106,622
120		Estado da Palestina	5,101,416

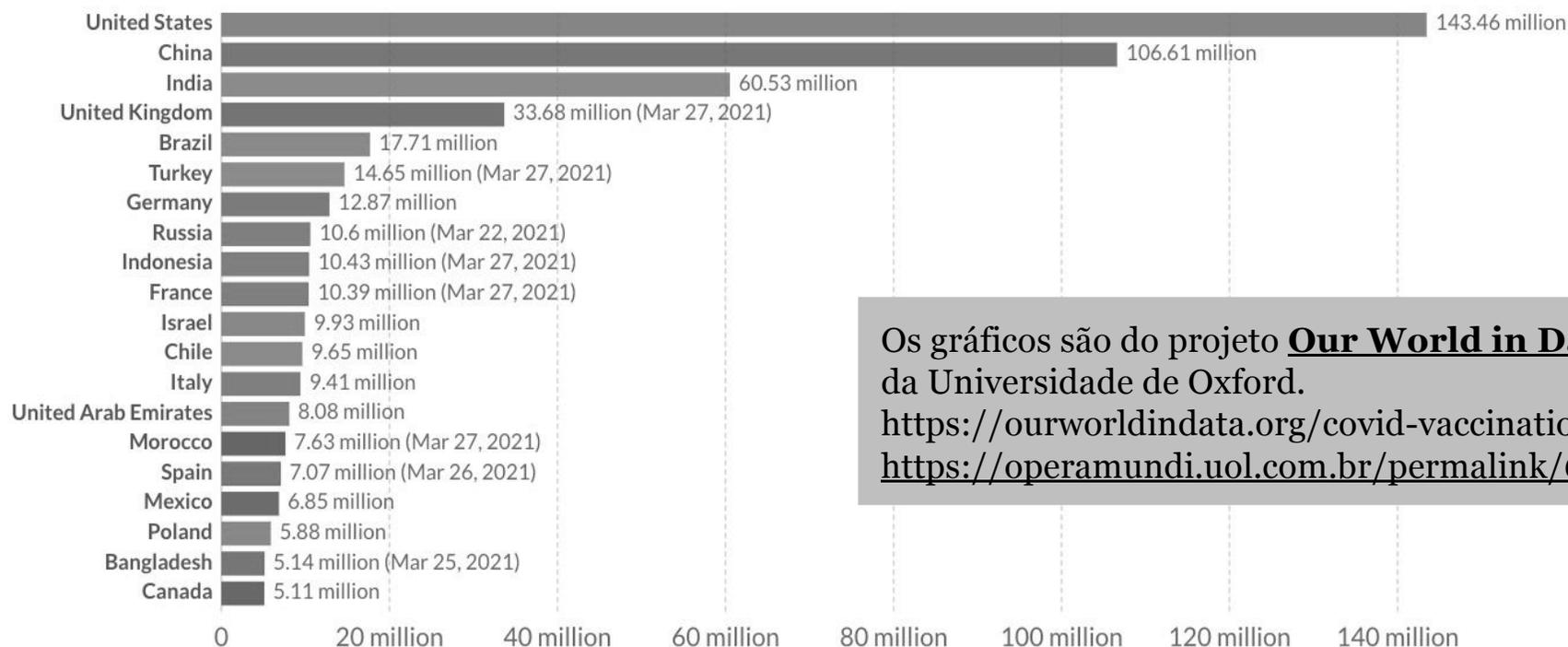
<https://www.populationpyramid.net/pt/popula%C3%A7%C3%A3o/2020/>

COVID-19 vaccine doses administered, Mar 28, 2021

Total number of vaccination doses administered. This is counted as a single dose, and may not equal the total number of people vaccinated, depending on the specific dose regime (e.g. people receive multiple doses).

Our World in Data

LINEAR LOG + Add country



Os gráficos são do projeto **Our World in Data**, da Universidade de Oxford.
<https://ourworldindata.org/covid-vaccinations>
<https://operamundi.uol.com.br/permalink/67957>

Source: Official data collated by Our World in Data - Last updated 29 March, 12:10 (London time)

Sobre a Arte de Construir e Projetar Estruturas! Uma Reflexão.



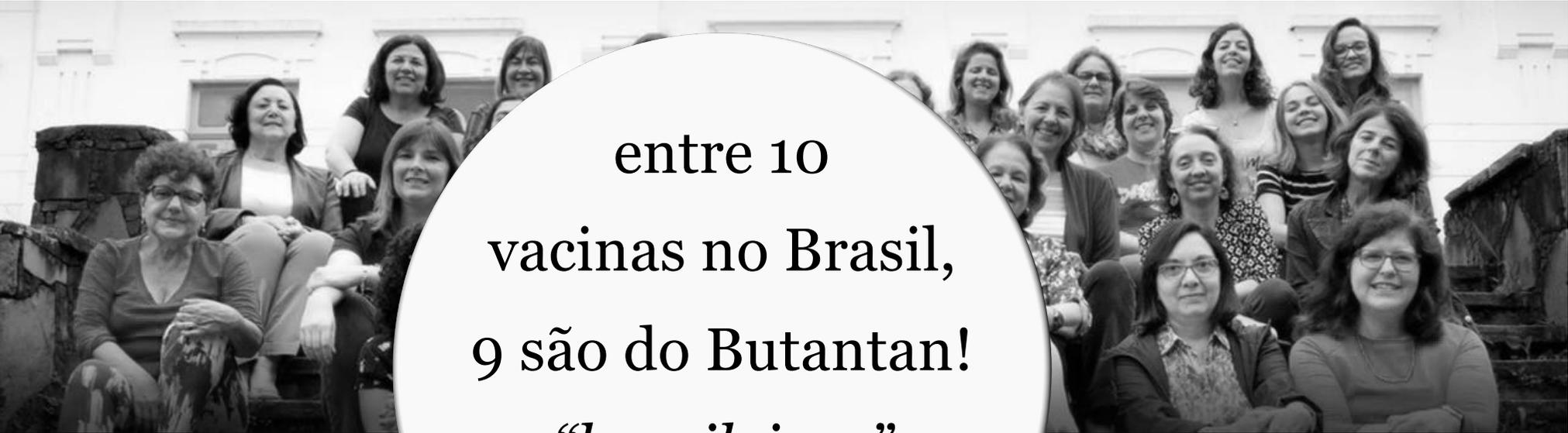
O Instituto Butantan é um centro de excelência com grande influência na pesquisa acadêmica nacional.

O Centro de Desenvolvimento Científico (CDC) é composto por pesquisadores que trabalham na fronteira do conhecimento científico. O CDC é responsável por desenvolver pesquisa básica e aplicada e tem sido fundamental, junto com a FIOCRUZ, para o avanço e conhecimento da ciência da saúde no País.

Sobre a Arte de Construir e Projetar Estruturas! Uma Reflexão.



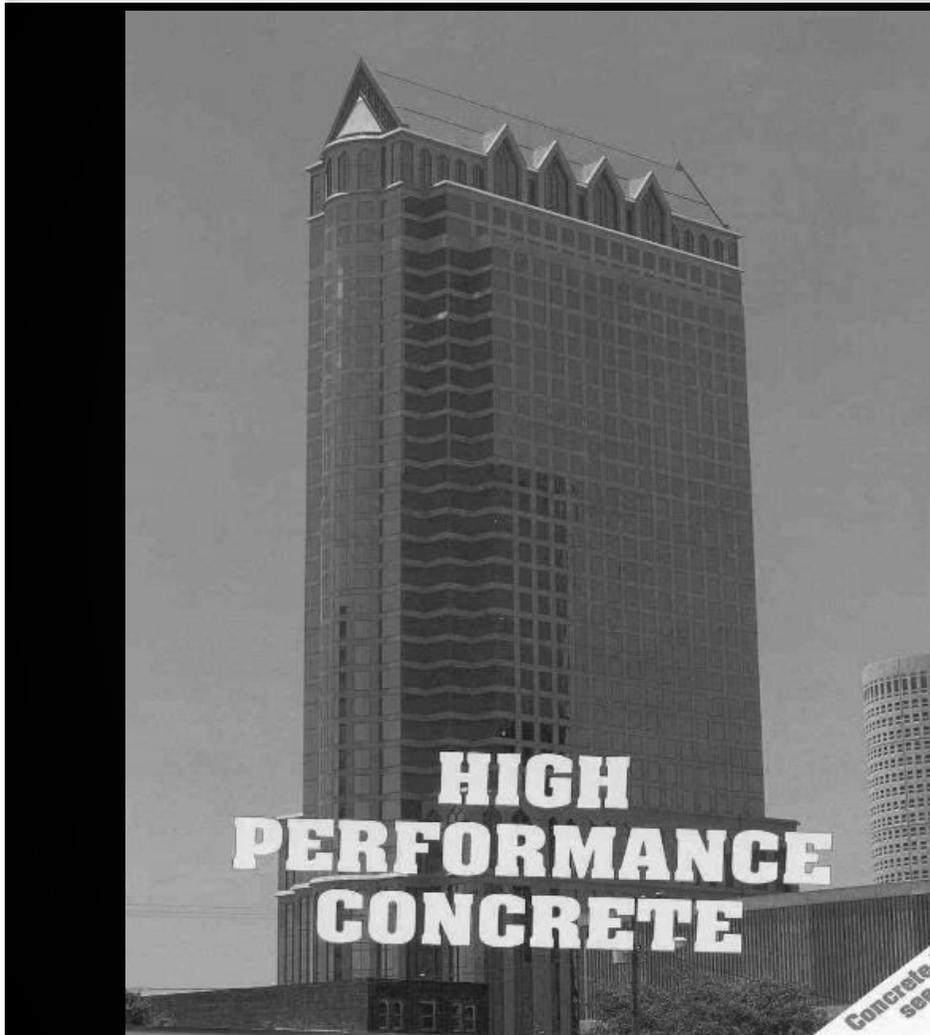
- ✓ O CDC tem mais de 500 pesquisadores
- ✓ 141 pesquisadores de alto nível
- ✓ 71% são mulheres, 29% homens



entre 10
vacinas no Brasil,
9 são do Butantan!
“brasileiras”

- ✓ O C... isadores
 - ✓ 141 pes... el
 - ✓ 71% são mul... % homens
- abril!!!***

Sobre a Arte de Construir e Projetar Estruturas! Uma Reflexão.





Petronas Towers

Kuala Lumpur

Malasia 1998

452 m

$f_{ck} = 80 \text{ MPa}$

before/after

URBAN HUB

People Shaping Cities

O Council on Tall Buildings and Urban Habitat, CTBUH, é um organismo internacional na área de edifícios altos e urbanismo sustentável .

Uma organização sem fins lucrativos com sede no Institute of Technology em Chicago , Illinois , Estados Unidos.

Periodicamente publica estatísticas e relatórios sobre os arranha-céus mais altos do mundo.

Sua biblioteca sobre projeto e construção de edifícios altos, recursos e conceitos de estabilidade, durabilidade, sustentabilidade, artigos, teses, elevadores, e várias informações tecno científicas, o tornaram fonte de inspiração e consulta obrigatória a projetistas e construtores, que se dedicam a viabilizar a urbanização vertical.

<https://www.urban-hub.com/pt-br/buildings/registros-fabulosos-o-council-on-tall-buildings-and-urban-habitat/>

Por época

Council on Tall Buildings and Urban Habitat, CTBUH

Arranha-céus pela época em que cada um foi o mais alto do mundo desde 1931.

Edifício	Cidade	País	Altura (m)	Época
Empire State Building	Nova Iorque	🇺🇸 Estados Unidos	381	1931–1971
World Trade Center			417	1971–1973
Willis Tower	Chicago		442	1973–1998
Petronas Twin Towers	Kuala Lumpur	🇲🇾 Malásia	452	1998–2004
Taipei 101	Taipei	🇹🇼 Taiwan	508	2004–2010
Burj Khalifa	Dubai	🇦🇪 Emirados Árabes Unidos	828	2010–presente

O Burj Khalifa será superado pela Jeddah Tower (1,000 m de altura) caso esta seja completada em 2021.

Pesquisas em Concreto

Nos Estados Unidos, USA → Surendra Shah → Diretor Científico

1989 → National Science Foundation, NSF (35 milhões de dólares por ano)

ACBM Center for Advanced Cement-based Materials

NorthWestern University

University of Illinois

Purdue University

University of Michigan

National Institute of Standards and Technology

→ WMU, waste material utilization;

→ LCP, life cycle prediction;

→ DHPC, designing for high performance concrete

“Concrete & Science Engineering”

“Cementing the Future” média: 8 artigos por ano

Pesquisas em Concreto

No Canadá, CA → Pierre-Claude Aitcin – Diretor Científico

1989 National Research Council, NRC
NCE 1989 → Network of Centres of Excellence
NCE investe 40 milhões de dólares/ano

Concrete/Béton Canada (1989 → 1999)
Université de Sherbrooke
1,4 milhões de dólares/ano (10 anos)

Entidades integrantes:
11 universidades
15 Instituições Governamentais
5 Entidades
65 Empresas

P & D em Concreto

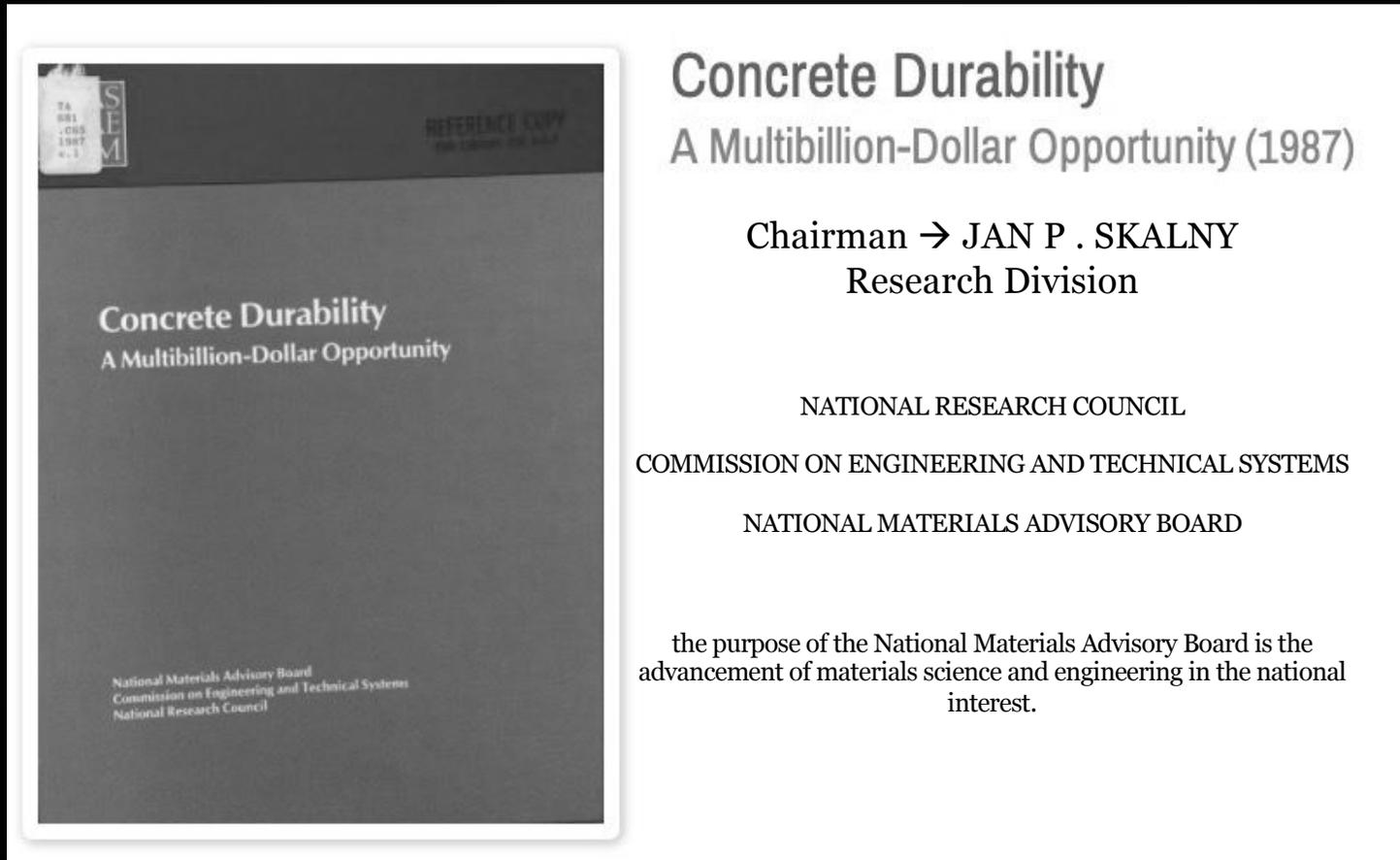
Concreto de Alto Desempenho HPC

- ✓ **SCC → Self –Compacting Concrete**
- ✓ **HPC → High Performance Concrete**
- ✓ **HSC → High Strength Concrete**
- ✓ **UHPC → Concreto de Ultra-Alto Desempenho**

P & D em Concreto
Concreto de Alto Desempenho HPC

P & D em Concreto
Durabilidade do Concreto?
Vida Útil de Projeto VUP?

National Research Council. 1987. *Concrete Durability: A Multibillion-Dollar Opportunity*. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/19191>.



Concrete Durability A Multibillion-Dollar Opportunity (1987)

Chairman → JAN P . SKALNY
Research Division

NATIONAL RESEARCH COUNCIL

COMMISSION ON ENGINEERING AND TECHNICAL SYSTEMS

NATIONAL MATERIALS ADVISORY BOARD

the purpose of the National Materials Advisory Board is the advancement of materials science and engineering in the national interest.

U.S. Department of Transportation

Federal Highway Administration

1200 New Jersey Avenue, SE
Washington, DC 20590
202-366-4000

Federal Highway Administration Research and Technology
Coordinating, Developing, and Delivering Highway Transportation Innovations

Search Research & Technology

PUBLIC ROADS

This magazine is an archived publication and may contain dated technical, contact, and link information.

[Public Roads Home](#) | [Past Issues](#) | [Subscriptions](#) | [Article Reprints](#) | [Guidelines for Authors: Public Roads Magazine](#) | [Sign Up for E-Version of Public Roads](#) | [Search Public Roads](#)

| [Current Issue](#) |

[Federal Highway Administration](#) > [Publications](#) > [Public Roads](#) > [98marapr](#) > [Public Roads](#)

[BACK TO PUBLICATION LIST](#)

Publication Number: Date: March/April 1998

Issue No: Vol. 61 No. 5

Date: March/April 1998

[ARTICLES](#)

[DEPARTMENTS](#)

[Editor's Notes](#)

[Along the Road](#)

[Training Update](#)

[Internet Watch](#)

[Conferences/Special
Events Calendar](#)

The Strategic Highway Research Program: An Investment That Has Paid Off

by *Michael Halladay*

In 1987, the U.S. Congress authorized the Strategic Highway Research Program (SHRP) - a five-year, applied research initiative - to develop and evaluate techniques and technologies to combat the deteriorating conditions of the nation's highways and to improve their performance, durability, safety, and efficiency.

Directed by a committee of top-level managers from state highway agencies, industry, and academia, SHRP operated as a unit of the National Research Council. The states

Sobre a Arte de Construir e Projetar Estruturas! Uma Reflexão.

3/26/2021

Public Roads - The Strategic Highway Research Program. An Investment That Has Paid Off , March/April 1998 -

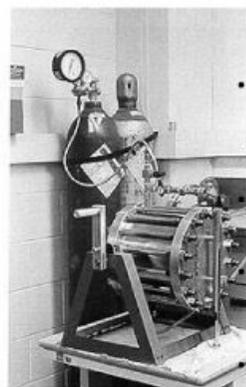
Portland cement concrete is a key construction material in most bridge decks and piers; many high-volume roads; and most curbs, sidewalks, and median dividers. These structures cost highway agencies \$6.5 billion annually. In addition, as structures built since the 1950s show signs of severe damage from traffic, weather, and other factors, these same agencies face \$20 billion worth of needed repairs on steel-reinforced concrete bridges.

To meet the challenge of deteriorating concrete bridges and pavements, SHRP researchers developed or evaluated 44 products, including:

- Nondestructive tools and procedures to assess the condition of concrete bridges and pavements.
- New strategies to protect and rehabilitate concrete pavements and structures, including cathodic protection and electrochemical chloride extraction on steel-reinforced concrete bridges.
- Guidelines for designing concrete mixes to make them less susceptible to spalling, cracking, and other common problems.
- Methods to detect, mitigate, and prevent alkali-silica reactivity (ASR), a chemical reaction that can severely damage concrete.
- Guidelines for using high-performance concrete in bridges and pavements.



This worker is conducting a chloride content test.



This is a prototype hydraulic fracture test chamber.

Case Studies Implementing just these five SHRP technologies is producing benefits in a wide range of areas:

- The Kentucky Transportation Cabinet (KTC) evaluated the hydraulic fracture test chamber, which simulates the effect of freeze-thaw cycles on aggregates. KTC concluded that the test can save highway agencies time and money because they can screen out aggregates susceptible to freeze-thaw cracking (D-cracking) in days rather than weeks.
- The Nevada DOT evaluated the surface air-flow permeability meter, proving that this device to assess the permeability of concrete over reinforcing steel is quick, user-friendly, and dependable.
- Alaska DOT bridge inspectors adopted a test developed by SHRP to measure the chloride content of steel-reinforced concrete bridges in the field rather than in laboratories. Alaska DOT anticipates that the \$2,000 chloride test kit will save the agency about \$1,400 on each bridge - \$95,000 in just 1.5 years.
- The Virginia DOT is using SHRP-evaluated electrochemical chloride extraction technology, which it anticipates will add 12 to 15 years to the service life of the two concrete bridges currently using this technology and will save travelers countless hours of traffic delays.

- Applying SHRP's chemical test to detect ASR in portland cement concrete pavements and structures.

SHRP desenvolveu 44 produtos, incluindo:

- ✓ END para avaliar as condições das OAEs;
- ✓ Metodologia de avaliação da inspeção de OAEs;
- ✓ Proteção catódica por corrente impressa e por anodo de sacrifício;
- ✓ Extração eletroquímica de cloretos;
- ✓ Requisitos para produzir concretos com baixo risco de fissuras;
- ✓ Métodos para detectar, mitigar e prevenir a reação álcali-agregado;
- ✓ Requisitos para uso do concreto de alto desempenho nas OAEs. FHWA promoveu a construção de 5 OAEs com o novo HPC;
- ✓ Ensaio acelerado de simulação do efeito ciclico de congelar e descongelar (reduziu de semanas para dias);
- ✓ Ensaio de permeabilidade ao ar da superfície do concreto para avaliar qualidade do cobrimento;
- ✓ Ensaio in loco de avaliação do teor de cloretos nos concretos;
- ✓ Requisitos para estender a vida útil das estruturas de OAEs (adotar economizou 15 milhões de dólares/ano);
- ✓ Desenvolveu um laboratório móvel de GPR (geo-radar) para detectar alterações nas características eletromagnéticas da estrutura do tabuleiro que, juntamente com as características da onda emitida, determinarão a propagação da energia através do meio, permitindo identificar os defeitos e falhas.

Sobre a Arte de Construir e Projetar Estruturas! Uma Reflexão.







O projeto será conectado ao Centro de Inovação em Construção Sustentável (CICS USP), um ecossistema de empresas e academia dedicado a promover a inovação, a sustentabilidade e a produtividade na construção civil.

“Esta parceria é um exemplo significativo da chamada Terceira Missão da Universidade ao integrar e unir, no campo da pesquisa aplicada, os esforços da academia e da iniciativa privada em prol da melhoria e da modernização da área de construção e materiais cimentícios, com vistas, principalmente, à produtividade e à redução de impacto ambiental”, destaca o reitor da USP, Vahan Agopyan.

Como será o futuro ?



...não é para esperar...
...nem para adivinhar...
é preciso construir !

Ultra-High Performance Concrete: A State-of-the-Art Report for the Bridge Community

PUBLICATION NO. FHWA-HRT-13-060

JUNE 2013

- ✓ ...the energy demanded for production of 1 m³ of UHPC was approximately double that for conventional concrete.
- ✓ however, when the total energy demand to construct bridge using UHPC and was compared with the energy demand for an equivalent conventional prestressed concrete bridge, was reduced to 25 %.
- ✓ if the steel structure could be replaced by UHPC tubes, the estimated energy, greenhouse effect and water demand, could drop by about 50%.



Figure 15. Photo. Jakway Park Bridge, Buchanan County, IA

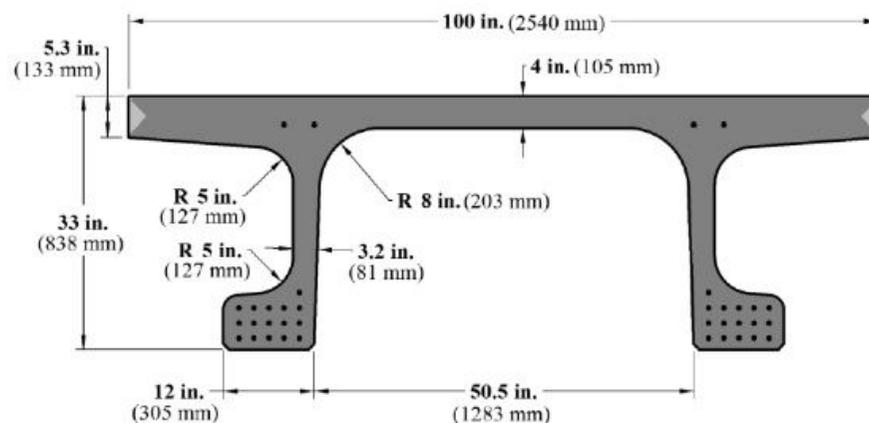


Figure 16. Illustration. Cross section of pi-shaped girder

conventional concrete, allowing the use of a smaller crane. The overall weight of the bridge was reduced by 30 percent.



Source: Lafarge

Figure 20. Photo. Sakata-Mirai bridge, Sakata, Japan



Source: Iowa State University

Figure 22. Photo. Experimental precast pile made of UHPC

Other potential applications that have been investigated are listed in table 17.

Table 17. Other potential applications of UHPC

UHPC > 150 MPa → aplicações em OAEs

1. Alemanha: 5 (2007)	6. Holanda: 2 (2002)
2. Austrália: 2 (2005)	7. Japão: 19 (2002)
3. Canadá: 38 (1997)	8. Malásia: 2 (2008)
4. Coreia Sul: 2 (2002)	9. Nova Zelândia: 1 (2006)
5. França: 8 (2001)	10. Suíça: 3 (2004)
	11. USA: 17 (2006)

99 OAEs

Conclusões

Nas 2 últimas décadas, muitas empresas e projetistas no mundo, às vezes até sem terem plena consciência, têm tirado proveito das novas tecnologias desenvolvidas pelos grandes centros de pesquisa e desenvolvimento em concreto, como o *ACBM* e *FHWA* nos Estados Unidos, o Béton Canadá, no Canadá, e muitos outros na Europa, Ásia e Austrália.

Só no Brasil há mais de 100 Centros de P&D em concreto registrados no sistema do CNPq e a totalidade conectada ao IBRACON.

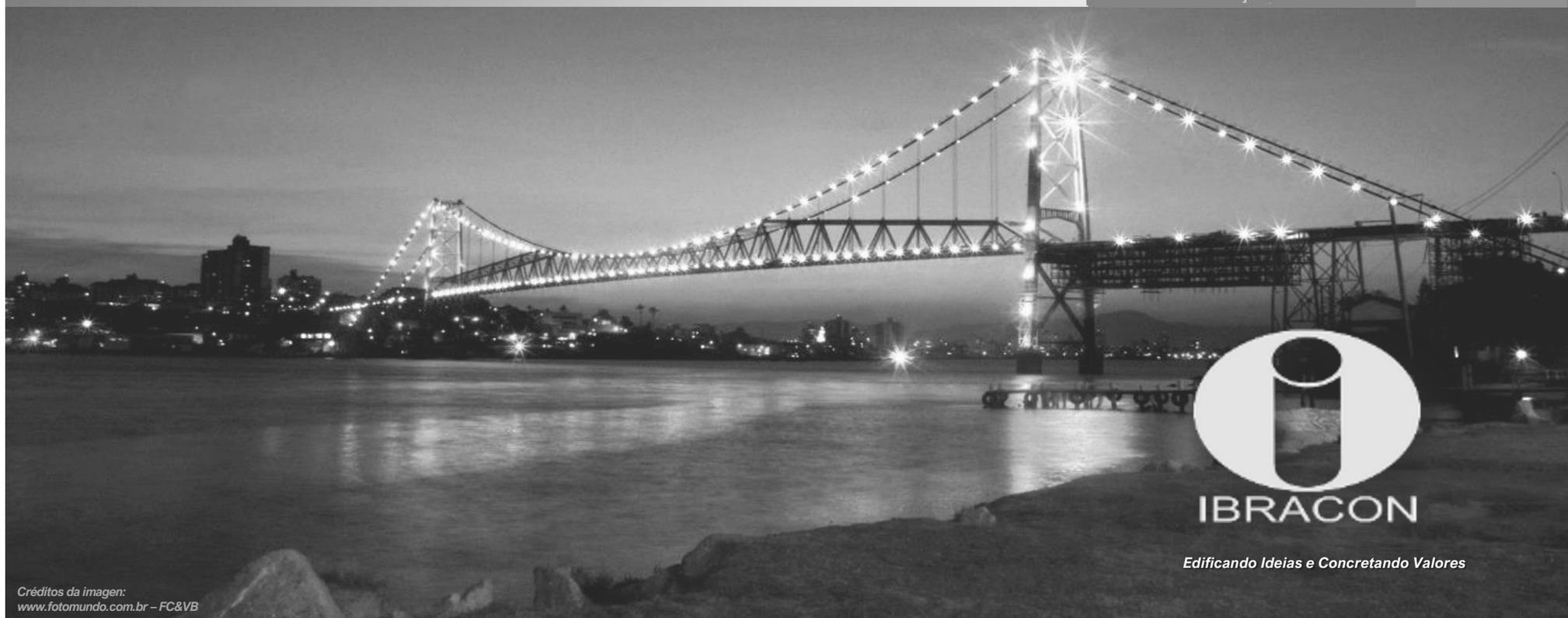
As pesquisas nesses centros trazem tranquilidade e segurança a projetistas, construtores e usuários que encontram farto material de consulta e suporte para seus projetos e alternativas construtivas.

Pesquisa, conhecimento, e permanente transferência de tecnologia, são os pilares de sustentação do resiliente e pujante mercado das estruturas de concreto no Brasil e no mundo.

Obrigado!



30 de março a 02 de abril de 2021



Edificando Ideias e Concretando Valores

Créditos da imagem:
www.fotomundo.com.br - FC&VB