XIV Seminário de Sustentabilidade do Concreto

PALESTRA 67CBC2026 | CT 101

PALESTRANTE

Conectando conhecimento, inovação e responsabilidade para o futuro da construção.

IBRACON Instituto Brasileiro do Concreto | ABCIC | ABECE

67º CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO Natal 2026

O BIP^{C} e a mitigação de emissões de CO2 em estruturas de concreto

Vanderley M John

2026

hubic Inovação e Construção Digital



Eventos extremos já são um custo

Recuperação da infraestrutura perdida

Produtividade

Saúde

Mortes


Porto Alegre, Brasil, 05 de Maio de 2024
VM John USP © 2024


Chapecó decreta situação de emergência após fortes ventos; uma idosa morreu
NSC Notícias - SC
SC e RS - 01/07/2020
Ciclone bomba: 10 mortes
9°
Chapecó
19:18
imagens
OSMAR GRANDO
00:16 / 03:00

Menu Buscar Auto esporte 100 ANOS DE GLOBO Indústria automotiva Entrar ASSI

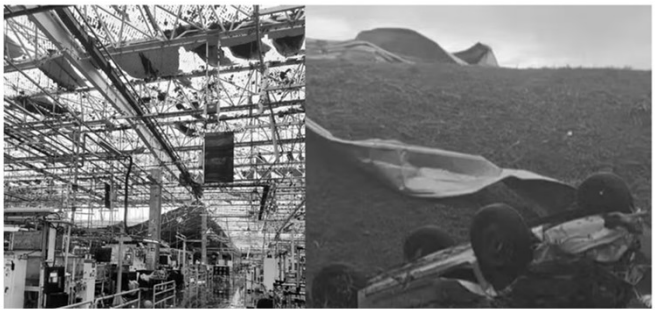
Carros Lançamentos Testes Comparativos Mercado Usados Serviços Últimas notícias Revista digital

Toyota interrompe produção após temporal destruir fábrica em SP

Forte chuva atingiu Porto Feliz (SP) e causou estragos à estrutura da unidade de produção de motores; não há relatos de fatalidades

Por Marcus Celestino

23/09/2025 10h53 · Atualizado há 2 horas







uol Seu time Seu signo Política Jogos de Hoje Entre

Internacional

EUA: Ponte fica travada devido à onda de calor que atinge Nova York

Do UOL, em São Paulo
09/07/2024 15h47



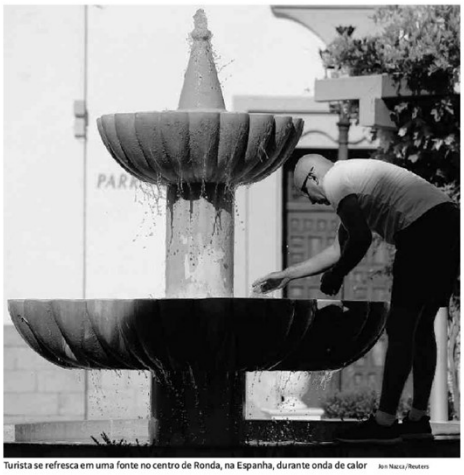
Equipes trabalham para resfriar ponte, que travou devido às altas temperaturas, em Nova York, nos EUA
Imagem: Reprodução/NBC News

Uma ponte "travou" na segunda-feira (8), em Nova York, devido à onda

hubic Inovação e Construção Digital

FOLHA DE S.PAULO ★★★

ambiente



Turista se refresca em uma fonte no centro de Ronda, na Espanha, durante onda de calor Jon Nazca/Reuters

Calor extremo mata mais de 175 mil pessoas por ano na Europa , afirma OMS

hubic Inovação e Construção Digital

Ondas de calor podem reduzir a produtividade do canteiro

GaonConnection
YOUR CONNECTION WITH RURAL INDIA

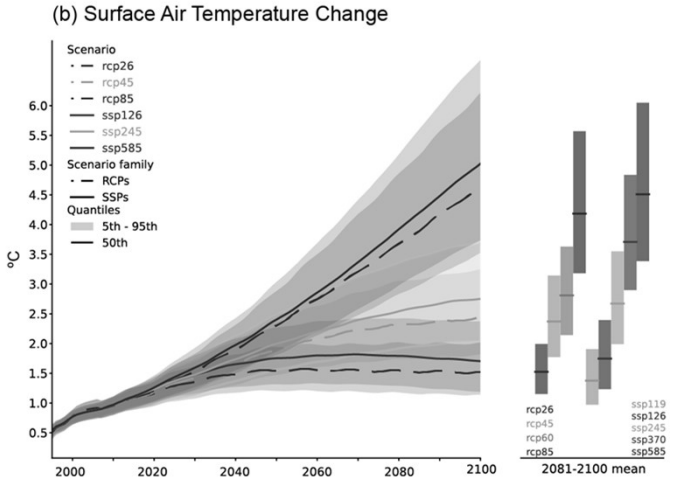
June 27, 2024 | Home | Reportage | Positive Stories | By Invitation | The Slow Interview | Gaon Connection Survey

Rising heat causing labour losses; 162 lost hours per person per year in India, finds a study

A new study shows India is amongst the most affected countries showing the largest heat exposure impacts on heavy labour, mostly agricultural and construction workers. Midday heat exposure causes productivity losses of upto 20 minutes an hour in the country. Is moving heavy labour to the early morning hours an alternative?

https://en.gaonconnection.com/global-warming-climate-change-heat-labour-work-health-agriculture-delhi-environment

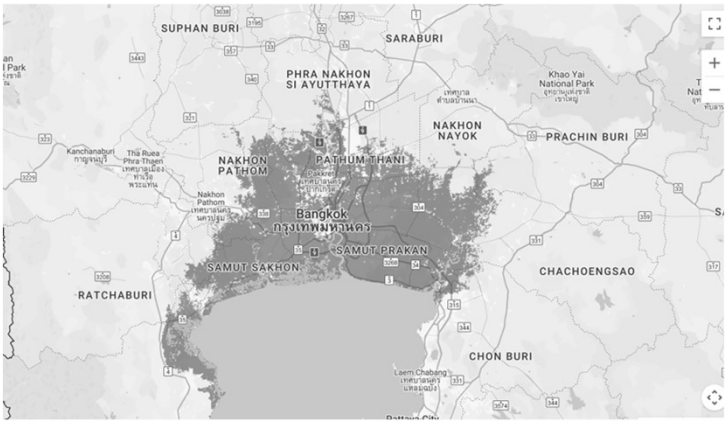
Vai ficar pior. Quanto e quando são as dúvidas.



IPCC Sixth Assessment Report
Working Group 1: The Physical Science Basis

Sabemos pouco dos impactos futuros

Areas com risco de inundação - Bangkok 2050

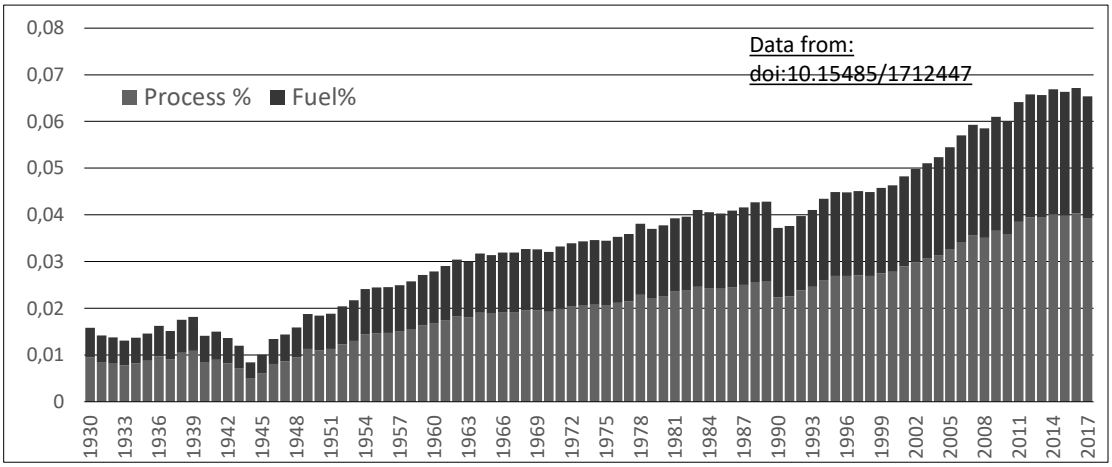


CLIMATE CENTRAL

Effect of 50cm sea rise in Bangkok by 2050. https://sealevel.climatecentral.org/maps

O problema precisa ser enfrentado por todos

CO_2 do Cimento
6-8 % das emissões antropogênicas totais



CO_2 no cimento

- **40% Combustíveis fósseis**
  - C + O2 → CO_2 + E
  - 12 + 32 = **44**
- **60% Decomposição do calcário**
  - CaO.CO2 + E → CaO + CO2
  - 100 = 56 **44**

Descarbonização na cadeia de valor do cimento

01

Menos CO_2 no cimento

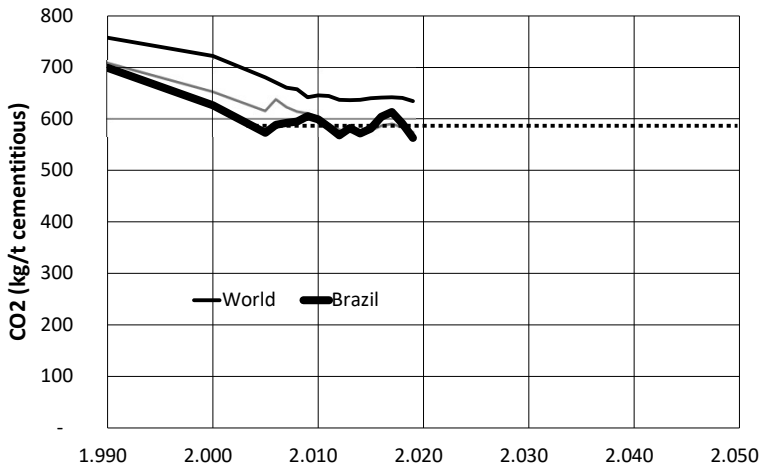
02

Menos cimento no concreto

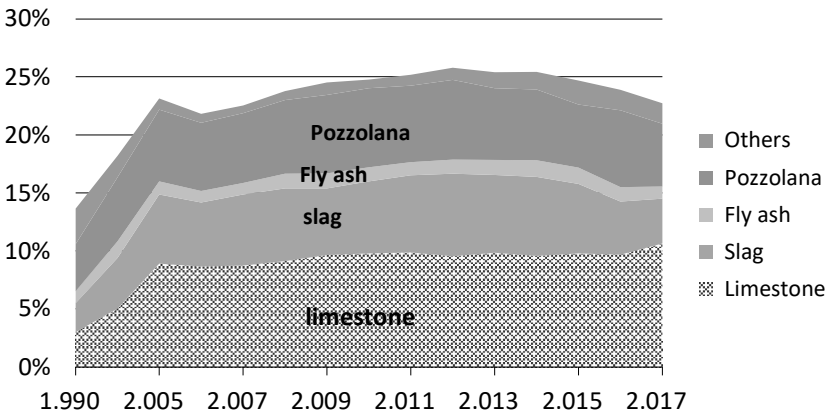
03

Menos concreto na estrutura

Mitigação tradicional está esgotada



Adições ativas são escassas – filer é a principal
LATAM (GNR 2017)

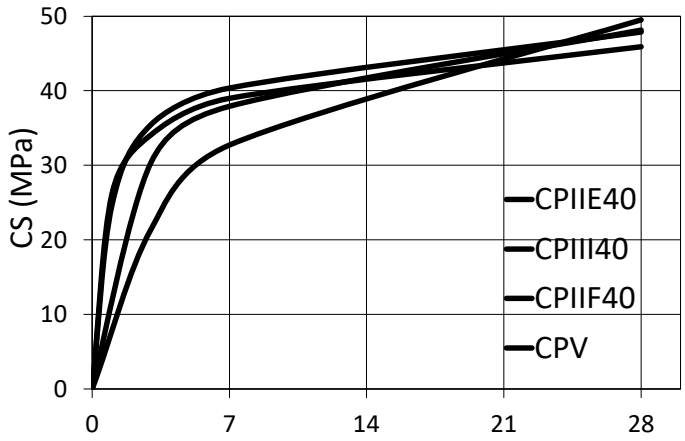


VM John USP © 2026

Redução da pegada de CO2 do cimento custara cada vez mais caro

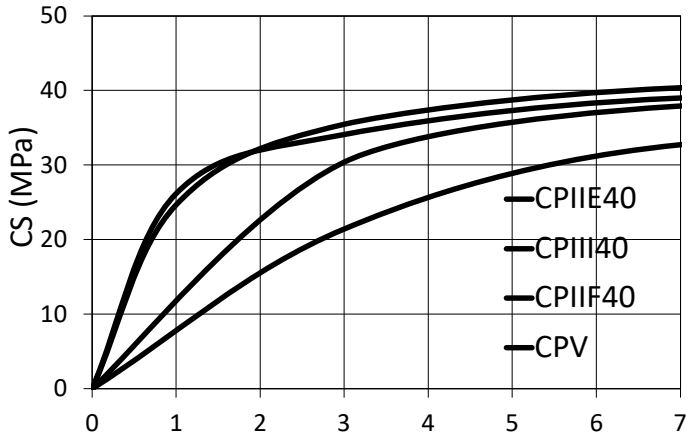
- Moagem separada
- Energia renovável (biomassa)
- Cimentos com aditivos
- Pozolanas calcinadas (caulinitas, ...)
- Matéria prima com CaO não carbonatado
- **Captura de carbono**
- Eficiência energética

O desafio:
cimentos de baixo & alta resistência inicial



Resistencia media cimentos Brasileiros.

O desafio:
cimentos de baixo & alta resistência inicial



Relevante
para mercado profissional
de concreto e pré-moldados.

Resistência inicial baixa
leva a concretos
com $fck_{construção} > fck_{projeto}$

Custo da CAC estimado pela AIE

	Captura	Transporte	Estocagem	Total
Cimento	60 – 120	**2 – 15**	10 - 60	**72 – 195**
Aço	40 – 100	**2 – 15**	10 – 60	**52 - 175**

The idea that CCUS is "high cost" ignores the bigger picture.

USD$100/t é aposta conservadora.

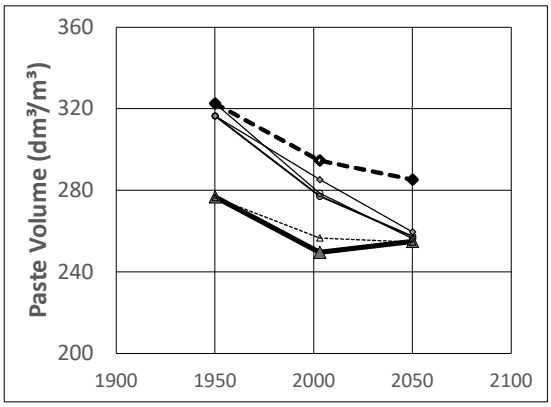
Menos cimento no concreto

Consumo de ligante no concreto

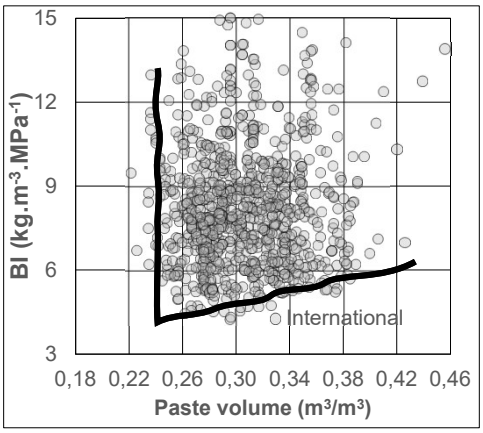
- Demanda de água dos finos
  - Características físicas
  - Empacotamento
  - Dispersantes
- Volume mínimo de pasta
  - Forma dos agregados
  - Distribuição de agregados
- Fração de filer na pasta

- **Resistência em baixas idades**
- Demanda reológica
  - Processamento
  - Transporte
  - Adensamento
  - Acabamento
  - Projeto da estrutura

Volume de pasta & cultura construtiva



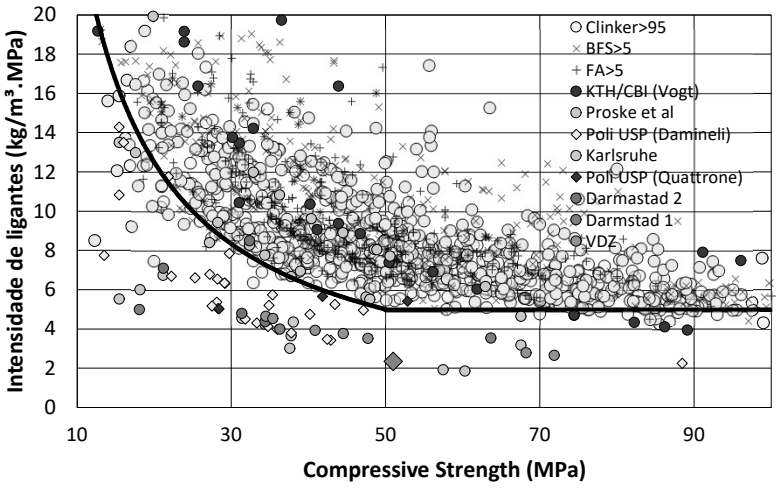
Volume de Pasta na Escandinavia
Jónsson, 2005, Laggerblad, 2005, Glavind 2005



Benchmark mundial de volume de pasta

VM John USP © 2021

Filer: volume de pasta com baixo CO_2 e custo

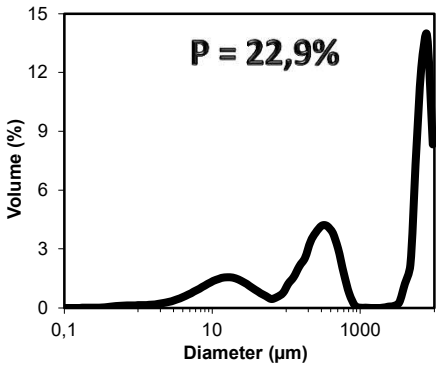


InterCement

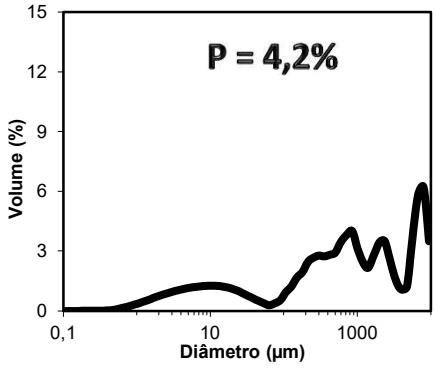
John et. All Fillers in cementitious materials - Experience, recent advances and future potential 2018 DOI: 10.1016/J.CEMCONRES.2017.09.013

Empacotamento da estrutura granular: conhecimento e cadeia de valor sofisticada

Conventional:
cement, fine and coarse aggregate



Optimized:
cement + 3 fillers + 2 fine + coarse



VM John USP © 2021

Baixo ligante: e o consumo mínimo de cimento?

Barreira normativa e de conhecimento importante

Home › Materials and Structures › Article

Minimum cement content requirements: a must or a myth?

Original Article | Published: 25 October 2008

Volume 42, pages 973–982 (2009) Cite this article



Materials and Structures

Aims and scope →

Submit manuscript →

Save article

R. Wassermann, A. Katz & A. Bentur

Access this article

220 - 450 kg/m³ 40-70 MPa

desempenho melhora ou não influencia

Mito: so o concreto protege as armaduras

A maioria dos edifícios tem concreto revestido

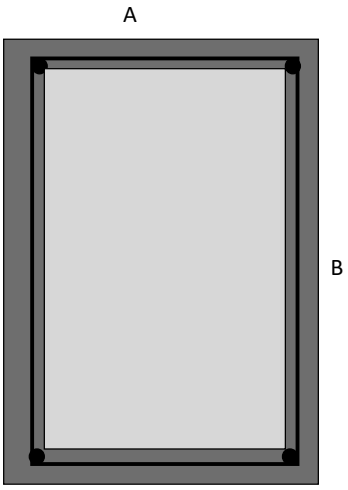
O volume interno dos edifícios esta protegido.

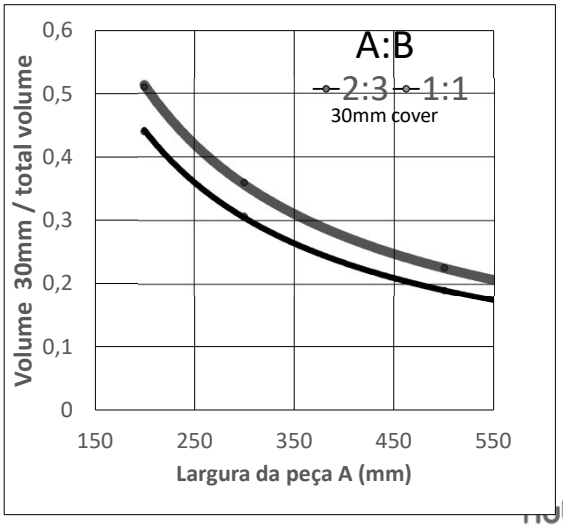
Edifício a noite: ~100 anos

- Próximo a baia da Guanabara
- Carbonatação profunda
- Resistencia mecânica baixa
- **Proteção com argamassa e pintura**
- Corrosão de armadura somente onde houve vazamentos.



Concreto com alto CO2 para cobrimento protector é ineficiente (e vai ficar caro)





Eficiência da pintura na proteção contra carbonatação

Claudio Kazmierczak

Contribuição para a análise da
eficiência de películas aplicadas sobre estruturas de concreto armado com o objetivo de proteção contra a carbonatação.

Tese de doutorado. Escola Politécnica da USP 1995

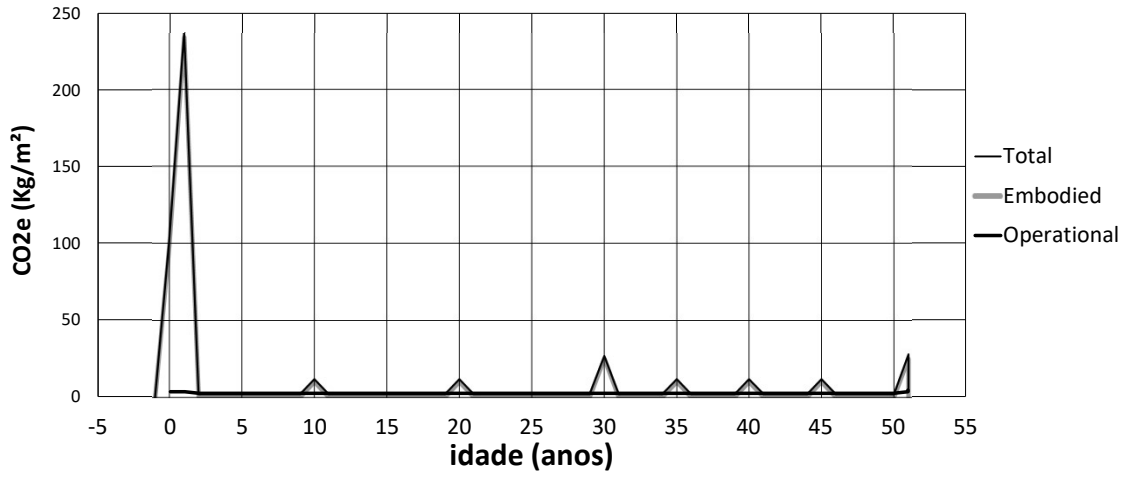
Orientador: Paulo R. L. Helene

Alternativas de proteção do aço contra a corrosão
(em peças expostas a molhagem e secagem)

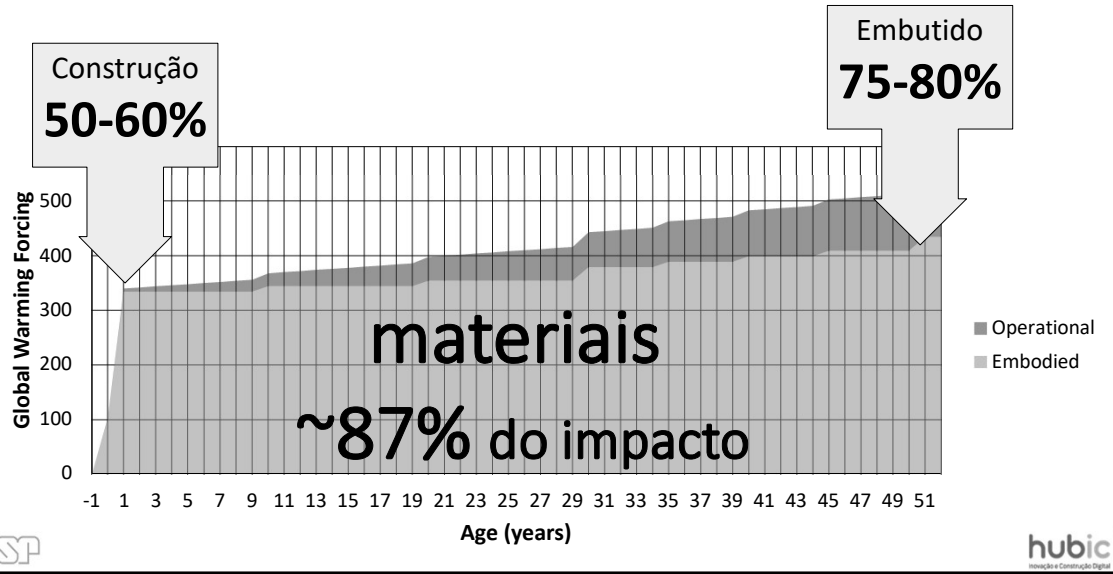
	Manut	Captura de CO2	Custo	Obra	CO_2	TRL
Proteção do concreto com pintura	---	—	++	++	+++	–
Pintura do aço	+++	+++	—	—	++	+++
Reforços resistentes à corrosão	+++	+++	–	+++	++	+
Proteção catódica do aço	—	+++	–	–	++	+++
Recobrimento menos poroso	+++	—	–?	—	+++	-
Proteção do concreto contra água	—	+++	+		+++	–
Concreto com muito cimento	+++++	—	+	++++	———	++++

Menos concreto nas estruturas

CO_2 típicos na habitação brasileira



Carbono embutido é dominante



Pegada de Carbono f(quantidade de materiais)

$$C = \sum_{1}^{n} m_n c_n$$

C = CO_2 em kg

m_n = quantidade de materiais (kg, m³....)

c_n = pegada de CO_2 de cada material ($kgCO_2$/unidade)

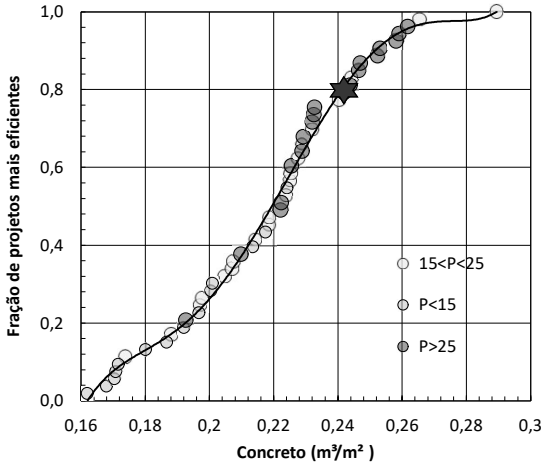
Desmaterialização

- **Mitiga CO2,** mantendo-se os materiais constantes
- Não exige saber a pegada de CO_2
- **Custo negativo**

Estruturas: 70-90% da massa do edificio

Benchmark Poli USP/França & Associados

53 edifícios residências pilar e viga de São Paulo (construidos até 2009)



Construindo o Amanhã

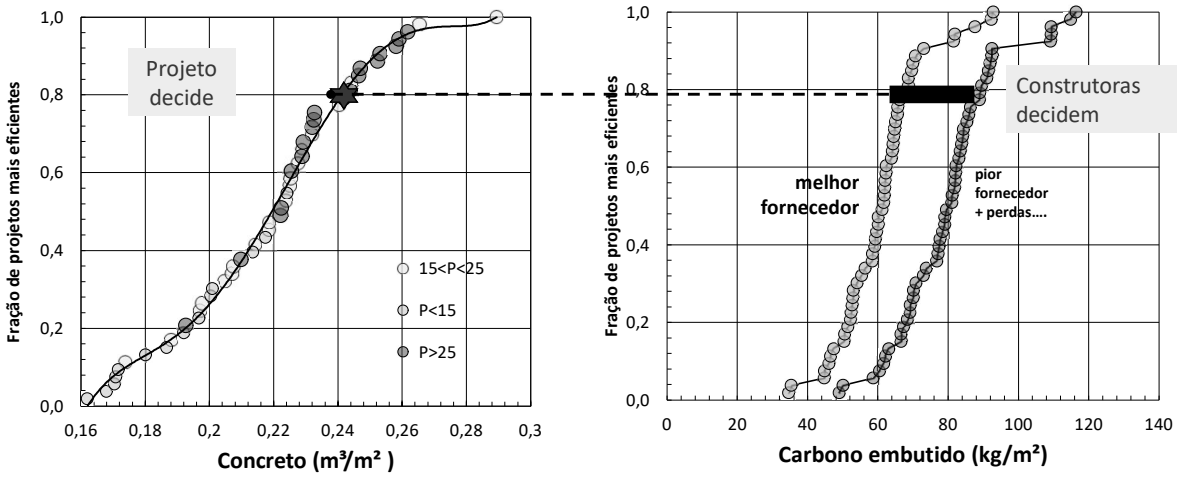
ArcelorMittal

Desmaterialização: descarbonização a custo negativo tem grande potencial de mitigação

Belizario-Silva et all, 2024

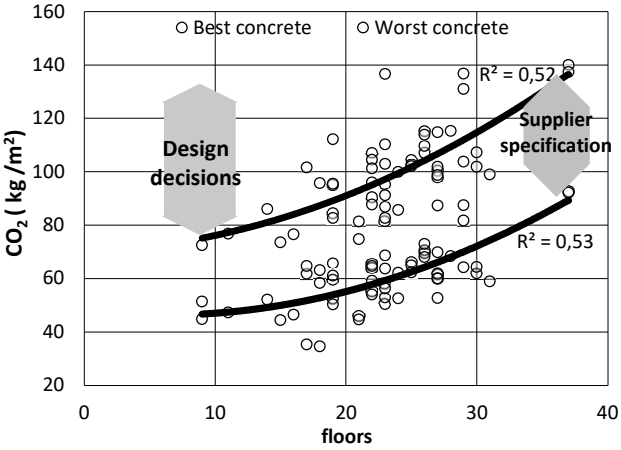
Benchmark Poli USP/França & Associados

Incerteza no carbono incorporado não impacta.



Altura x CO_2 em edifícios

Estruturas de concreto armado convencionais (São Paulo).



- **Papel do plano diretor**

54 Brazilian High-Rise Buildings
P – number of floors
Prof. Ricardo França (Poli USP, França & Associados)
To be published.

Mitigar é o que importa.

Medir carbono é necessário, mas
somente melhorias nos projeto e seleção de fornecedores mitigam CO_2.

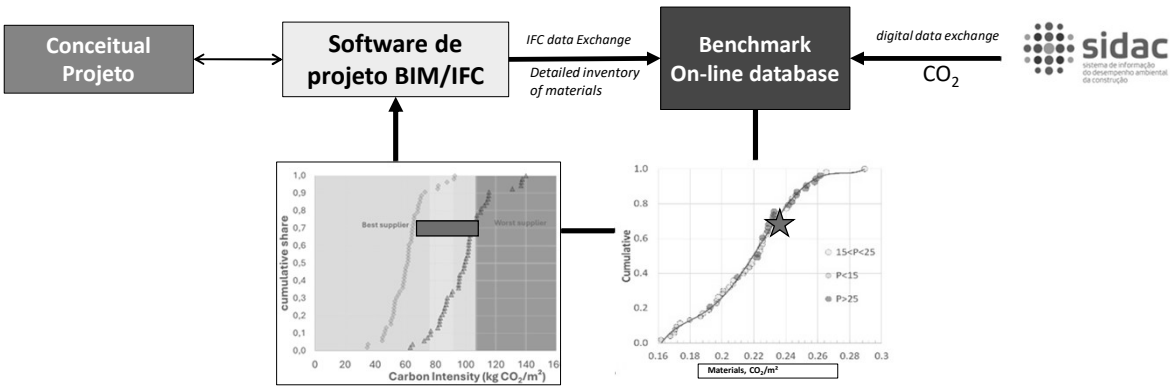
Ferramenta de projeto para baixo carbono

BIPC
benchmark iterativo para projetos de baixo carbono

https://bipc.org.br

CAIXA

Otimização de projetos em tempo real:
mitigação a custo negativo

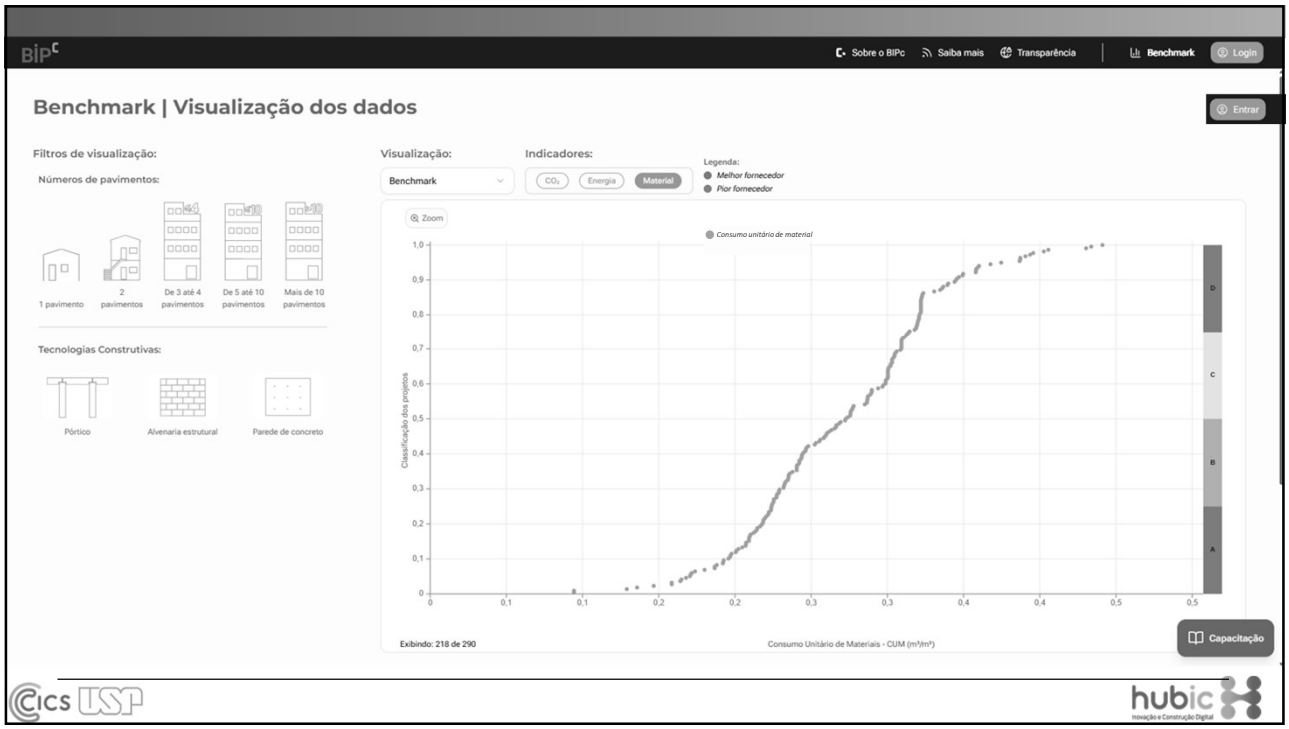


Processamento em tempo real

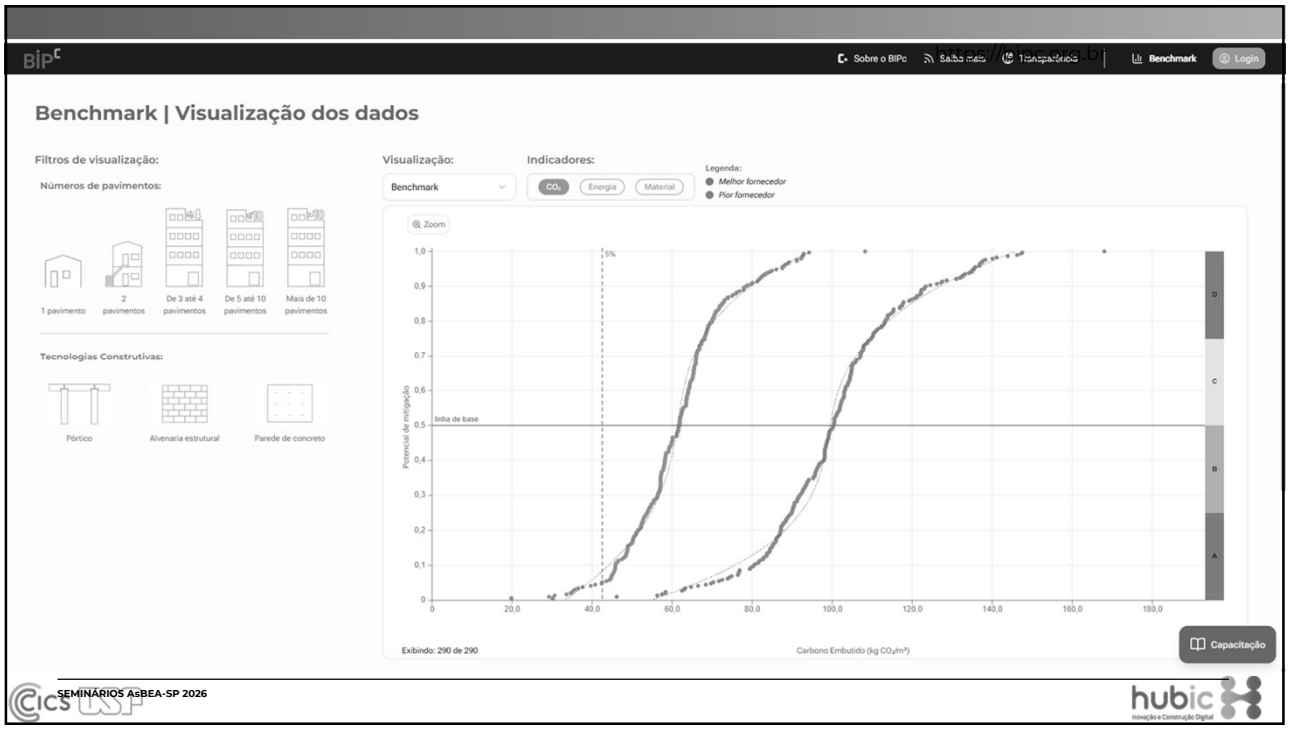
benchmark iterativo para projetos de baixo carbono

- 100% digital em **tempo real.**
- Dados verificados: troca de dados com softwares IFC / BIM
  - Quantitativos de materiais instantâneo, sem planilhas
  - Pegada de CO2 do SIDAC: dados verificados, atualizados
  - Certificado pelo software e projetista
- **Sigilo garantido**: somente dados anônimos são divulgados
- **Iterações em tempo real** permitem melhorar progressivamente o projeto por **desmaterialização**
- **Gratuito**


BIPC
Sobre o BIPc
Saiba mais
Transparência
Benchmark
Entrar
BIPC
benchmark iterativo para projetos de baixo carbono
No Brasil, onde a matriz elétrica está entre as mais limpas do mundo, estudos mostram que a construção civil é uma importante emissora de CO_2. Materiais básicos e fundamentais, como cimento, aço e vidro, carregam consigo uma pegada de carbono significativa para o canteiro de obras, pois já emitiram carbono durante a sua produção. Ignorar isso é deixar escapar uma oportunidade de mitigação.
Para entender como as construções incorporam carbono – não apenas na produção de insumos, mas na atividade construtiva – precisamos de um diagnóstico apurado, que reflita a complexidade da construção civil brasileira.
Por esse motivo foi desenvolvido o Benchmark Iterativo para Projetos de Baixo Carbono: a plataforma BIPc onde é possível estimar o carbono e a energia embutidos nas edificações de forma prática, inteligente e escalável. A plataforma integra o processo de projeto a uma ferramenta de cálculo, fornecendo estimativas instantâneas sobre o impacto ambiental de cada decisão.
Na plataforma, projetistas e construtoras podem comparar o desempenho estimado de seu projeto com o de outros projetos já executados. A ferramenta
Capacitação


BIPC
Sobre o BIPc
Saiba mais
Transparência
Benchmark
Login
Entrar
Benchmark | Visualização dos dados
Filtros de visualização:
Números de pavimentos:
1 pavimento
2 pavimentos
De 3 até 4 pavimentos
De 5 até 10 pavimentos
Mais de 10 pavimentos
Tecnologias Construtivas:
Pórtico
Alvenaria estrutural
Parede de concreto
Visualização:
Benchmark
Indicadores:
CO_2
Energia
Material
Legenda:
Melhor fornecedor
Pior fornecedor
Zoom
Consumo unitário de material
Classificação dos projetos
Consumo Unitário de Materiais - CUM (m³/m²)
Exibindo: 218 de 290
Capacitação
CICS USP
hubic
Inovação e Construção Digital


sidac
Página inicial
Quem somos
Conteúdo técnico
Buscar produtos
Entrar
PT
Medir
sidac
sistema de informação
do desempenho ambiental
da construção
www.sidac.org.br
MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA
GOVERNO FEDERAL
BRASIL
UNIÃO E RECONSTRUÇÃO
Federal Ministry
for the Environment, Nature Conservation
and Nuclear Safety
giz
Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH
CBCS


BIPC
Sobre o BIPc
Saiba mais
Transparência
Benchmark
Login
https://bipc.org.br
Benchmark | Visualização dos dados
Filtros de visualização:
Números de pavimentos:
1 pavimento
2 pavimentos
De 3 até 4 pavimentos
De 5 até 10 pavimentos
Mais de 10 pavimentos
Tecnologias Construtivas:
Pórtico
Alvenaria estrutural
Parede de concreto
Visualização:
Benchmark
Indicadores:
CO2
Energia
Material
Legenda:
Melhor fornecedor
Pior fornecedor
Zoom
5%
linha de base
Potencial de mitigação
Carbono Embutido (kg CO2/m²)
Exibindo: 290 de 290
Capacitação

dDAP
Declaração de Desempenho Ambiental de produto

Empresa declara pegada do produto
Verificada por terceira parte
Baixo custo
Primeiras declarações em preparação.



Declaração de Desempenho Ambiental de Produto

sidac

Empresa

Concrete X Ltd.

Produto

Concrete X25

Tipo de produto	Concreto dosado em central fck 25MPa
Local de produção	São Paulo Plant
Unidade do produto	Metro cúbico (m3)
Descrição do produto	Material formado pela mistura homogênea de cimento, agregados miúdo e graúdo e água, com ou sem a incorporação de aditivos, dosado em central. Resistência característica à compressão (fck) de 25 MPa. Densidade no estado fresco

Indicadores de desempenho ambiental do berço ao portão

	Mínimo	Máximo	Unidade
Emissão de CO_2	161,8	310	kg/m3
Demanda de energia primária	1.220	2.188	MJ/m3

Observação: valores mínimos e máximos do intervalo de confiança no nível 95%

Emissão de CO_2 | Demanda de energia primária | Fontes de energia primária

Renovável Não renovável

17%

83%

Informações sobre a declaração

Data de publicação	18/06/2022
Data de validade	18/06/2027
Código da versão	22.06.18
Responsável pela declaração	Fernanda Belizario
Responsável pela revisão	Arthur Coser

Verifique a autenticidade desta declaração

Sidac - Sistema de Informação do Desempenho Ambiental da Construção
Documento gerado em 12/10/2022

pagina 1 de 1

PORTIFÓLIO DO USUÁRIO

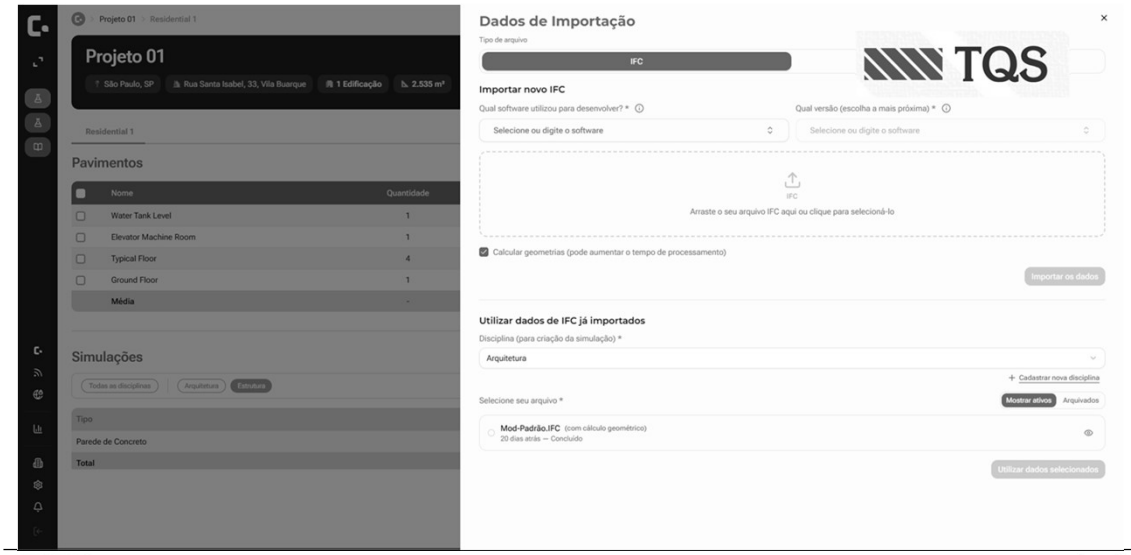


Empreendimentos

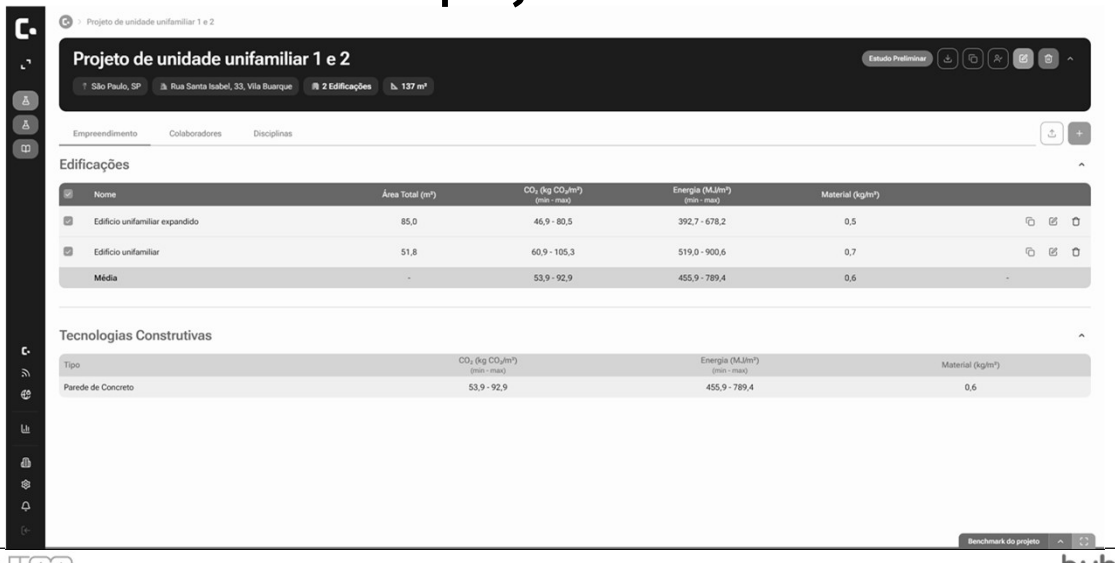
Selecionar Todos | Adicionar Empreendimento

Ed conde Gustavo Oliveira Projeto Executivo Criado: 2 semanas atrás	Projeto 4 (1) Estudo Preliminar Criado: 3 semanas atrás	Teste TQS Projeto Executivo Criado: 1 meses atrás	Projeto 01 Projeto Executivo Criado: 4 meses atrás
Projeto de unidade unifamiliar 1 e 2 Estudo Preliminar Criado: 7 meses atrás	Projeto 3 Liberado para Obra Criado: 7 meses atrás	Projeto 4 Estudo Preliminar Criado: 10 meses atrás	Projeto 5 (iniciado) Projeto Executivo Criado: 10 meses atrás

CRIAR / IMPORTAR PROJETO



Detalhamento do projeto



Mitigação de CO2 nas estruturas

- Otimização de projetos é a viável já
  - **Custo negativo**
  - Não exige investimentos
  - Automatizado
  - Não depende de cadeia de suprimentos
- Seleção de fornecedores:
  - Depende de dDAP
- Cimentos e concretos de baixo carbono: uma necessidade
  - PD&I
  - Investimentos
  - Conhecimento especializado
  - Longo prazo

XIV Seminário de Sustentabilidade do Concreto

PALESTRA 67CBC2026

OBRIGADO!

Vanderley M John
Poli USP
vmjohn@usp.br

IBRACON Instituto Brasileiro do Concreto | ABCIC | ABECE

