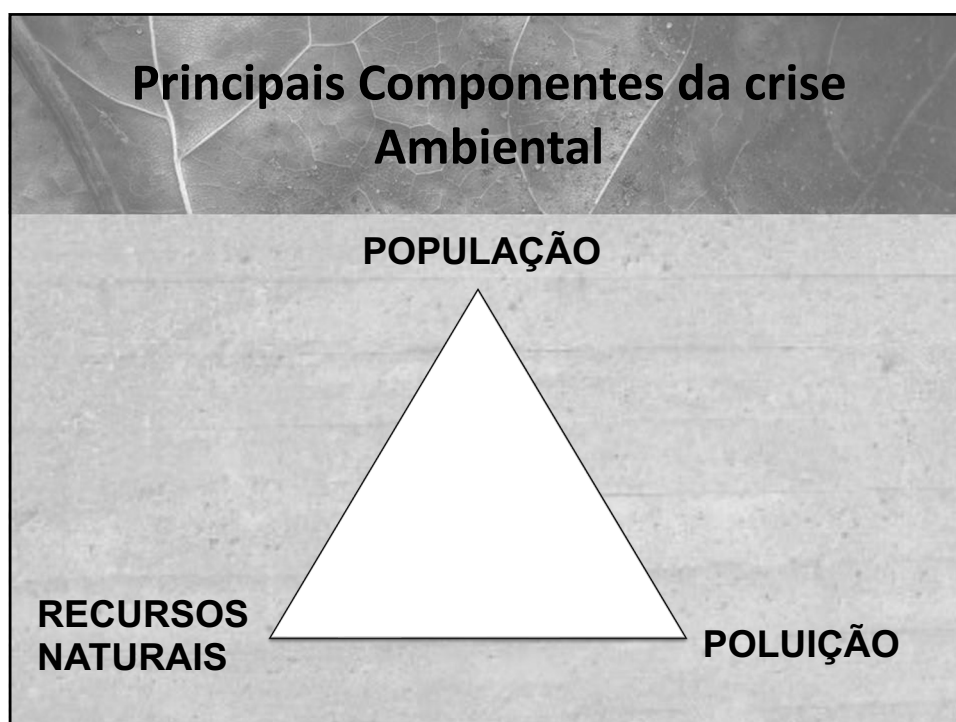




1



2

POPULAÇÃO

- A população mundial cresceu de 2,5 bilhões em 1950 para 6,2 bilhões em 2002
- Taxa de crescimento atual é de 1,13% ao ano
- 74 milhões embarcam, procedentes de 227 nações, 5 continentes
- 19% da população total de países desenvolvidos
- 81% da população de países desenvolvidos e em desenvolvimento

3

RECURSOS NATURAIS

- Recurso Natural é qualquer insumo de que os organismos, as populações e ecossistemas necessitam para sua manutenção. É algo útil.
- Existe um envolvimento entre recursos naturais e tecnologia, uma vez que há necessidade de processos tecnológicos para a utilização de um determinado recurso.

4

RECURSOS NATURAIS

- A exploração de um recurso natural não deve causar danos ao meio ambiente.
- São classificados em dois grupos: renováveis e não renováveis

5

CLASSIFICAÇÃO DOS RECURSOS NATURAIS

- **RENOVÁVEIS:**

Água, Ar, Biomassa e vento

- **NÃO RENOVÁVEIS:**

Minerais não energéticos: Fósforo, Cálcio, etc...

Minerais Energéticos: Combustíveis fósseis, Urânio, etc..

6

POLUIÇÃO

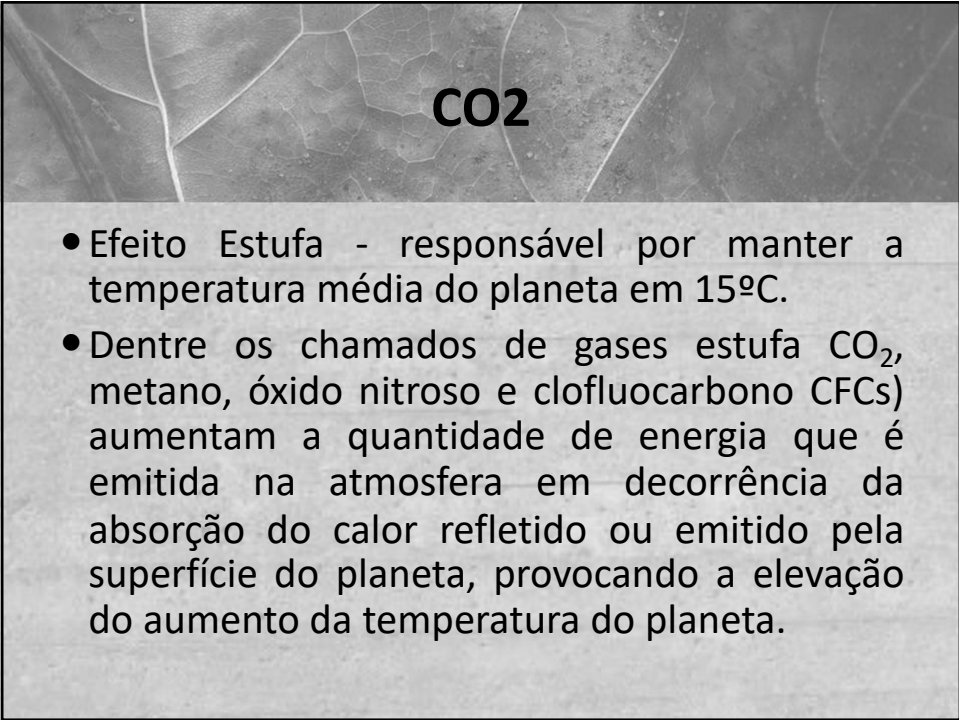
- Poluição é uma alteração indesejável nas características físicas, químicas ou biológicas da atmosfera, litosfera ou hidrosfera que cause ou possa causar danos à saúde, sobrevivência ou às atividades dos seres humanos e outras espécies ou ainda deteriorar materiais.
- Provocados pelo homem.

7

POLUIÇÃO

- Poluentes são resíduos gerados pelas atividades humanas, causando impacto ambiental negativo, ou seja, uma alteração indesejável. Está ligada a concentração ou quantidade de resíduos presentes no ar, água ou solo. Ar: CO, NO, SO, Pb, O₂, fenóis pH, solo taxas de erosão.

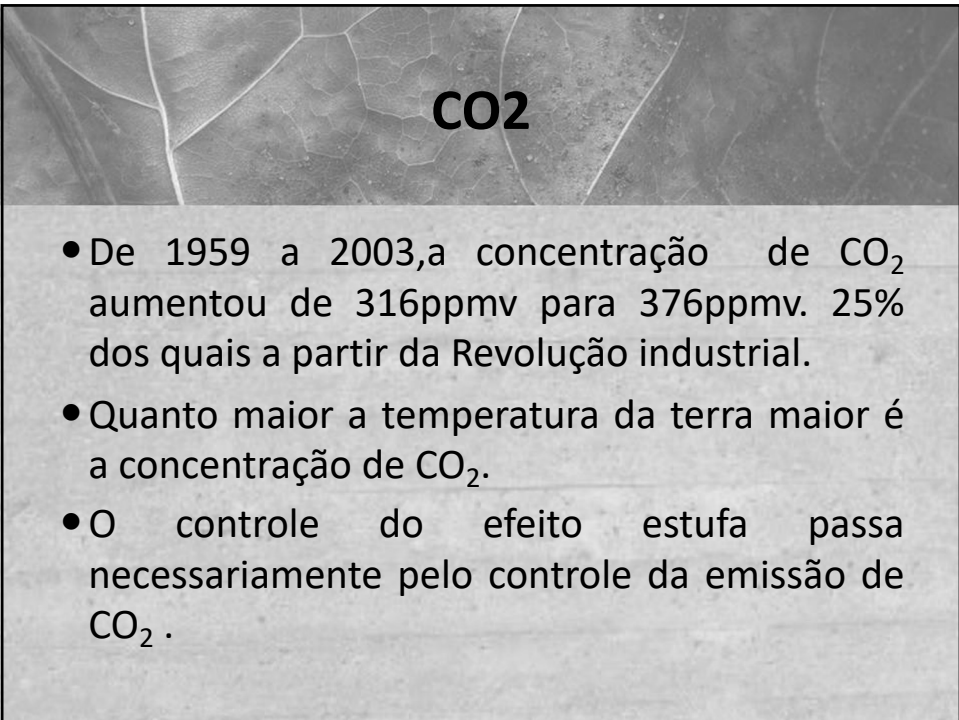
8



CO₂

- Efeito Estufa - responsável por manter a temperatura média do planeta em 15°C.
- Dentre os chamados de gases estufa CO₂, metano, óxido nitroso e clofluocarbono CFCs) aumentam a quantidade de energia que é emitida na atmosfera em decorrência da absorção do calor refletido ou emitido pela superfície do planeta, provocando a elevação do aumento da temperatura do planeta.

9



CO₂

- De 1959 a 2003, a concentração de CO₂ aumentou de 316ppmv para 376ppmv. 25% dos quais a partir da Revolução industrial.
- Quanto maior a temperatura da terra maior é a concentração de CO₂.
- O controle do efeito estufa passa necessariamente pelo controle da emissão de CO₂.

10

UMA NOVA FORMA DE CONSTRUIR

Não vamos mais construir da mesma forma, pelas seguintes razões:

- NECESSIDADE DE RACIONALIZAÇÃO
- ARQUITETURA CONTEMPORÂNEA (MIX DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS)
- NOVAS DEMANDAS: VELOCIDADE, ESCASSEZ DE RECURSOS INCLUSIVE HUMANOS, QUESTÕES AMBIENTAIS,...

11

UMA NOVA FORMA DE CONSTRUIR

- NOVAS DEMANDAS: VELOCIDADE, ESCASSEZ DE RECURSOS INCLUSIVE HUMANOS, QUESTÕES AMBIENTAIS,...
- CRITÉRIOS DE SUSTENTABILIDADE
- DESEMPENHO (Não somente Estrutural)

12

ARQUITETURA CONTEMPORÂNEA



13

SUSTENTABILIDADE

O termo "sustentável" provém do latim sustentare (sustentar; defender; favorecer, apoiar; conservar, cuidar). Segundo o Relatório de Brundtland (1987), o uso sustentável dos recursos naturais deve

"suprir as necessidades da geração presente sem afetar a possibilidade das gerações futuras de suprir as suas".

14

Triple Bottom Line (TRIPÉ)

- AMBIENTALMENTE CORRETO,
- ECONOMICAMENTE VIÁVEL
- SOCIALMENTE JUSTO



15

Triple Bottom Line (TRIPÉ)

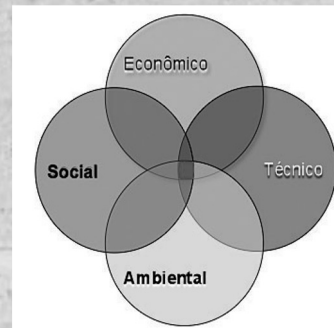


PROSPERIDADE = Não ter falta de coisa alguma

16

ENGENHARIA SUSTENTÁVEL

- A engenharia sustentável: a redução dos graus de liberdade privilegia a competência técnica, a criatividade e aumenta o valor social do engenheiro. As soluções sustentáveis atendem simultaneamente demandas sociais, ambientais e técnicas, dentro da viabilidade econômica.



Livro IBRACON - Concreto: Ciência e Tecnologia Cap.50 Prof. Vanderley M.John

17

SISTEMAS CONSTRUTIVOS

- Extrair o máximo potencial dos materiais e tecnologias disponíveis.
- Intercambiáveis (Ciclo Aberto)
- Industrialização
- Desempenho (Não apenas da estrutura, mas em relação os requisitos pós ocupação, desempenho acústico, térmico, salubridade infiltração, mofo, etc..)

18

CONVENCIONAL x INDUSTRIALIZADO



19

NORMA DE DESEMPENHO ABNT NBR 15575



20

SISTEMAS HABITACIONAIS EM PRÉ-FABRICADOS



21

ATENDIMENTO AOS REQUISITOS



22

MUDANÇAS NECESSÁRIAS

- Projetar e Construir para todo o ciclo de vida
- Planejamento da Vida Útil
- Informalidade é uma barreira (empresas corretas muitas vezes são menos competitivas). Informalidade = descumprimento da legislação vigente incluindo via Código de Defesa do consumidor as normas técnicas aplicáveis, sonegação, ausência de licenças ambientais, desrespeito a legislação trabalhista

23

VIDA ÚTIL - EDIFÍCIO

Segundo JOHN (2001), a norma ISO 15686-2:2001 define planejamento de vida útil como um processo de projeto que procura garantir, na medida do possível, que a vida útil de um edifício seja igual ou superior à vida de projeto, levando em conta os custos globais do ciclo de vida do edifício.

24

VIDA ÚTIL MÍNIMA DE PROJETO

Sistema	Vida Útil de Projeto (anos)
Estrutura	≥ 40
Vedação vertical externa	≥ 40
Vedação vertical interna	≥ 20
Cobertura	≥ 20
Hidrossanitários	≥ 20
Pisos internos	≥ 13

25

NORMA DE DESEMPENHO

Tabela C.5 – Categorias de VUP para edifícios (BS 7543)

Categoria	Descrição	Vida útil para a categoria	Exemplos
1	Temporária	Por acordo e até 10 anos	Abrigos não-permanentes e edifícios de exposição temporários
2	Vida curta	Mínimo de 10 anos	Edifícios educacionais temporários, lojas de varejo, escritórios (renovação interna)
3	Vida média	Mínimo de 30 anos	Edifícios industriais, renovação de edifícios habitacionais
4	Vida normal	Mínimo de 60 anos	Escolas e hospitais novos; edifícios habitacionais novos; renovação de alta qualidade de edifícios públicos
5	Vida longa	Mínimo de 120 anos	Edifícios públicos e outros edifícios de alta qualidade

26

CICLO DE VIDA

Análise do ciclo de vida (ACV) ou "análise ambiental do ciclo de vida" é uma ferramenta que permite a quantificação das emissões ambientais ou a análise do impacto ambiental de um produto, sistema ou processo.

27

CICLO DE VIDA

Essa análise é feita sobre toda a "vida" do produto ou processo, desde o seu início (por exemplo, desde a extração das matérias-primas no caso de um produto até o final da vida (quando o produto deixa de ter uso e é descartado como resíduo), passando por todas as etapas intermediárias (manufatura, transporte, uso). Por essa razão, esta análise é também chamada de "análise do berço à cova".

28

CICLO DE VIDA

- ACV é regulada por normas internacionais como a série ISO 14040 de Gestão ambiental.
- ISO 14040: Princípios e Estrutura
- ISO 14041: Definições de escopo e análise do inventário
- ISO 14042: Avaliação do impacto do ciclo de vida

29

CICLO DE VIDA

- ISO 14043: Interpretação do ciclo de vida
- ISO TR 14047: Exemplos para a aplicação da ISO 14042
- ISO TS14048: Formato da apresentação de dados
- ISO TR 14049: Exemplos de aplicação da ISO 14041 para definição de objetivos e escopo e análise de inventário

30

IMPACTOS AMBIENTAIS

- Características básicas de uma avaliação de impacto ambiental, segundo Munn (1975):
 - Descrever a ação proposta e as alternativas também
 - Prever a natureza e a magnitude de impactos ambientais

31

IMPACTOS AMBIENTAIS

- Listar os indicadores de impacto a serem utilizados e para cada um definir sua magnitude
- Para o conjunto de impacto os pesos de cada indicador obtidos do decisor ou das metas nacionais
- A partir dos valores previstos em b, determinar os valores de cada indicador de impacto e impacto ambiental total.

32

IMPACTOS AMBIENTAIS

- Aquecimento Global
- Acidificação
- Degradação da Camada de Ozônio
- Contaminação por Nutrientes
- Toxicidade
- Consumo de Recursos Naturais Não Renováveis
- Geração de Resíduos
- Smog fotoquímico

33

ASPECTOS LEGAIS E INSTITUCIONAIS

- Princípios Constitucionais
- Política nacional do Meio Ambiente
- Avaliação dos Impactos Ambientais
- Sistema Nacional do Meio Ambiente
- Lei de Crimes Ambientais
- Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos

34

ASPECTOS LEGAIS E INSTITUCIONAIS

- PRONAR-Programa Nacional de controle do Ar
- Aspectos Legais e Institucionais relativos ao meio aquático
- Aspectos Institucionais e Legais relativos ao meio terrestre (Resíduos Sólidos)
- Aspectos Legais e Institucionais dos Estados

35

CONSTITUIÇÃO FEDERAL

Atualmente a Constituição Federal prevê no seu art. 225, especialmente no seu § 1º, inc. IV, para a concretização do direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, o estudo prévio do impacto ambiental, a ser exigido antes da implementação do empreendimento, quando a atividade potencialmente causadora for de significativa degradação ao meio ambiente.

36

CONAMA 237/97

Em geral, toda atividade poluidora ou potencialmente poluidora necessita de autorização do órgão ambiental competente para ser desenvolvida. A Resolução CONAMA nº 237/97, no seu Anexo I elenca uma série de atividades em que é obrigatório o licenciamento, embora outras atividades ali não mencionadas também possam ter o licenciamento exigido pelo órgão responsável.

37

CONAMA 237/97

"A construção, instalação, ampliação e funcionamento de estabelecimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, considerados efetiva e potencialmente poluidores, bem como os capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental, dependerão de prévio licenciamento de órgão estadual competente, integrante do Sistema Nacional do Meio Ambiente - SISNAMA, e do Instituto Brasileiro do

38

CONAMA 237/97

Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis - IBAMA, em caráter supletivo, sem prejuízo de outras licenças exigíveis", é o que está previsto no art. 10, da Lei 6.938/81, que cuida da Política Nacional do Meio Ambiente.

Site BNDS www.bnds.gov.br

39

EIA/RIMA

- Estudos de Impacto Ambiental/Relatório de Impacto Ambiental
- EIA: relatório técnico, elaborado por equipe multidisciplinar, independente do empreendedor, profissional e tecnicamente habilitada para analisar os aspectos físico, biológico e socioeconômico do ambiente, que além de atender aos princípios e objetivos da Lei da Política Nacional do Meio Ambiente, deve obedecer a diretrizes gerais estabelecidas pelo CONAMA.

40

RIMA

Relatório Resumo do EIA, em linguagem acessível para não técnicos, contendo no mínimo:

- I.Objetivos e justificativas do empreendimento
- II.Descrição do empreendimento e das alternativas locacionais e tecnológicas existentes (área de influência, matéria-prima, energia, processo, efluentes, resíduos,etc..)

41

RIMA

- III.Síntese dos resultados do diagnóstico ambiental
- IV.Descrição dos impactos prováveis
- VI.Efeitos Esperados e Medidas Mitigadoras
- VII.Programa de acompanhamento e monitoramento
- VIII.Conclusões e Recomendações de alternativas mais favoráveis

42

DECLARAÇÃO DE FORNECEDOR

- ISO 14025:2006, sumariza os impactos ambientais do produto ao longo do ciclo de vida (fabricantes e associações)
- Futuramente incorporadas a bases de dados públicos, exemplo: www.inies.fr, dados relativos aos impactos ambientais, baseado na análise do ciclo de vida de produtos ao longo do ciclo de vida, integração com o Building Information Modelling (BIM), etc...

43

ISO/DIS 14025

Environmental Declaration ISO/DIS 14025 Type III

CONTIGA
Miljødekke



EPD
Næringslivets Stiftelse for Miljødeklarasjoner
NEPD nr. 11N
Godkjent av Statistisk Verifikasjonskontroll
Gyldig til 31.12.2005

Bjørn Grøn

Deklarasjonen er utarbeidet av
Stiftelsen Økofordforskning

Miljødekke er produsert av:
Contiga AS
Kontaktperson: Jørn Ingar
Telefon: 06 24 40 00
E-mail: jorn.ingar@contiga.no
Organisasjonsnummer: 561 917 517 837
ENAS/ISO-14001 reg.Nr.: -

Produktspesifikasjon:

	Antall per total [kg]	Data quality	Mass [kg/m ² element]
Sind	45,5	Bedragsesifikke data	102,1
Pukk	11,5	Bedragsesifikke data	45,0
Miljøpukk	20,4	Bedragsesifikke data	41,1
Sement	13,5	Bedragsesifikke data	42,4
Additiver	0,1	Valdet cut-off	0,5
Vann	1,8		7,0
Summ	93,8	Pris i egen produksjon	15,4
Arbeids	1,3	Elementer data	5,2
Total			396,6

Leverandørers miljøstyringssystem

• Contiga har for tiden ingen krav til leverandør om

Annenn bedriftsspesifikk informasjon

Bakgrunns informasjon:
Deklarasjonen dekker hele livsløpet.
Produksjonen er basert på elementer MD205, basert på element 12 m med 9 operasjoner.
Arbeid for studien: 2000
Datagrunnlag: Råvaredata fra 1998-01
Antall leveret: 100 kg
Produksjonssted: Contiga AS, Moss
Antall markedsområde: Østlandsområdet

Contiga AS er leverandør av still- og betongelementer.

44

SELO EXCELÊNCIA ABCIC Nível III

- **3.8. Requisitos específicos - gestão ambiental (pt. acumulada do grupo: 175 pt.)**

3.8.1. Identificação de impactos ambientais (50 pt. distribuídos por subitens)

A planta de produção deve identificar em suas atividades internas ou locais de produção, os impactos ambientais relativos aos seguintes aspectos:

45

SELO EXCELÊNCIA ABCIC Nível III

- a) Consumo de água e energia na produção de elementos pré-fabricados (5 pt.);
- b) Geração e destino de resíduos sólidos produzidos na planta de produção (15 pt.);
- c) Geração e destino de resíduos líquidos produzidos na planta de produção (15 pt.);
- d) Ruídos gerados na planta de produção (5 pt.);

46

SELO EXCELÊNCIA ABCIC Nível III

- e) Circulação de veículos pesados no transporte de elementos da planta até a obra (10 pt.);

Os impactos devem ser estabelecidos em documento interno ou externo que também identifique os locais e/ou atividades onde serão críticos.

47

SELO EXCELÊNCIA ABCIC Nível III

- 3.8.2. Controle dos impactos (75 pt. distribuídos por subitem)

A planta de produção deve estabelecer sistemáticas para o controle dos impactos levantados em 3.5.1, para as atividades e/ou locais considerados críticos. As sistemáticas de controle devem evitar ou minimizar os impactos relativos aos aspectos:

48

SELO EXCELÊNCIA ABCIC Nível III

- a) Consumo de água e energia na produção de elementos pré-fabricados (10 pt.);
- b) Geração e destino de resíduos sólidos produzidos na planta de produção (25 pt.);
- c) Geração e destino de resíduos líquidos produzidos na planta de produção (25 pt.);
- d) Ruídos gerados na planta de produção (10 pt.);
- e) Circulação de veículos pesados no transporte de elementos da planta até a obra (20 pt.).

49

SELO EXCELÊNCIA ABCIC Nível III

- 3.8.3. Análise da legislação ambiental (25 pt.)

A planta de produção deve realizar um diagnóstico da legislação aplicável aos aspectos ambientais descritos em 3.5.1, identificando possíveis itens que porventura não são atendidos pela planta de produção. Caso seja identificado algum item, o diagnóstico deve apresentar um plano para sua adequação.

50

SELO EXCELÊNCIA ABCIC Nível III

• 3.8.4. Treinamento em gestão ambiental (25 pt.)

A empresa deve realizar treinamento específico para os funcionários que são responsáveis pela execução dos planos ou programas ambientais na empresa.

Devem ser mantidos registros dos treinamentos nos planos ou programas ambientais estabelecidos pela empresa realizados na planta de produção.

51

O CONCRETO EM 2010

- 3,3 bilhões de t de cimento
 - 60% *para concreto*
- 2 bilhões de t de cimento
 - 320kg/m³
 - 6,2 bilhões de m³
 - 16 bilhões de t
- 4 bilhões de m³ de agregado
- 1,2 trilhões de litros de água

52

MATERIAIS

- Água
- Cimento (adições)
- Agregados
- Aditivos
- Outros materiais (fibras,desmoldante)
- Aço
- Formas
- Estrutura pré-fabricada a durabilidade está também associada a durabilidade das ligações (cuidados materias utilizados, groute, epóxi, insertos metálicos,etc...)

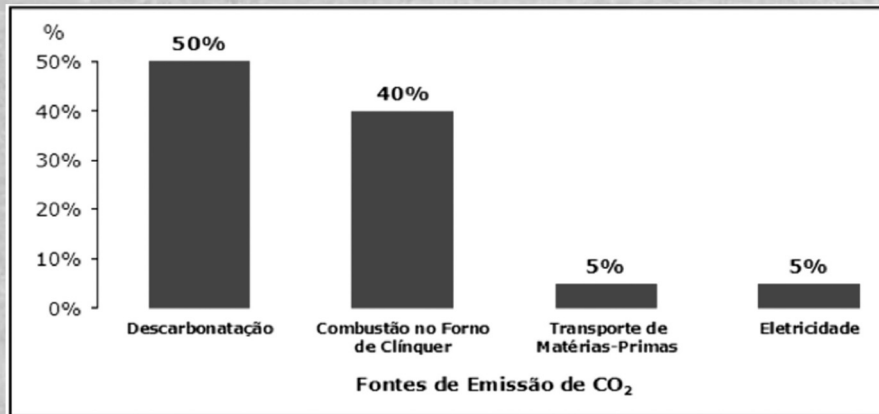
53

CONCEITO 5 R's:



54

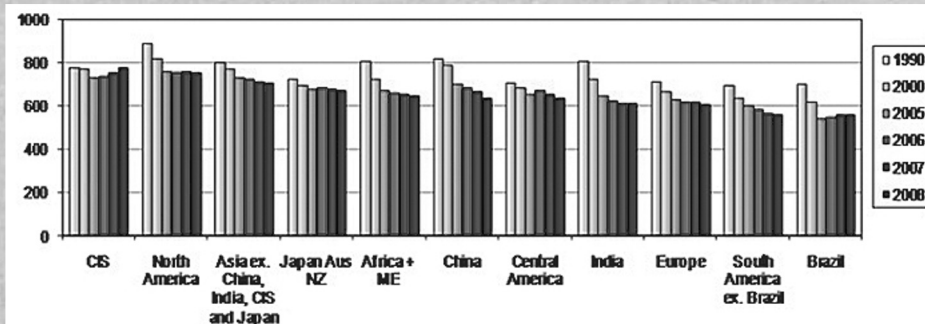
CIMENTO



Livro IBRACON - Concreto: Ciência e Tecnologia Cap.6 Prof. Arnaldo Forti Battagin

55

CIMENTO

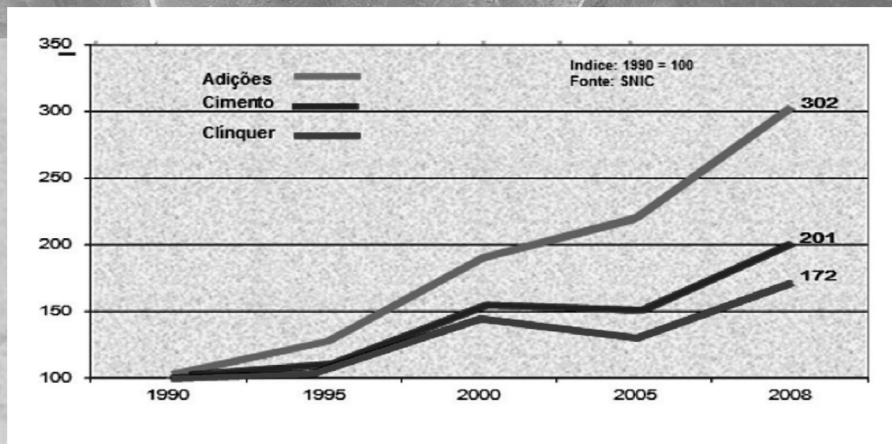


Comparação das taxas de emissão específica de CO₂ por tonelada de cimento no período 1990 a 2008 (WBCSD-CSI, 2009).

(CIS : Armênia, Azerbaijão, Bielorrússia, Cazaquistão, Quirguistão, Moldávia, Rússia, Taiquistão, Turcomenistão, Ucrânia e Uzbequistão)

56

CIMENTO



Evolução da produção de cimento em comparação com o clínquer e as adições.

57

ÁGUA

- O consumo mundial de água é de 200 l/dia hab., ou 73 t.ano/hab, 22 vezes maior do que o consumo de concreto, o 2º material mais consumido pelo homem;
- O consumo de água no concreto não é significativo. Seu papel, sob o ponto de vista técnico-científico, dos efeitos físico-químicos das transformações que opera na microestrutura das pastas são muito importantes.

58

ÁGUA

- A água regula as reações de hidratação, pozolânicas, as propriedades reológicas de concreto fresco e propriedades do concreto endurecido como retração, fluência, mecanismos de transporte de massa, etc. Também atua como um dos agentes mais importantes na degradação e processos patológicos da estrutura

**Livro IBRACON - Concreto: Ciência e Tecnologia –
Capítulo 6 Prof.Geraldo Isaia**

59

ABNT 15900 - 2009

Foi elaborada pelo Comitê Brasileiro de Cimento, concreto e Agregados, ABNT/CB-18 pela Comissão de Estudos:

*“Água para amassamento do concreto”,
sendo composta das seguintes partes:*

- Parte 01: Requisitos;
- Parte 02: Coleta de amostras para ensaios;

60

ABNT 15900 - 2009

- Parte 03: Avaliação preliminar:
- Partes 04 a 11: Análises químicas – determinação de zinco, chumbo, cloreto, sulfato, fosfato, álcalis, nitratos e açúcar solúveis na água.

61

NBR 15900: ÁGUA

- *Água de abastecimento público: é considerada adequada para uso em concreto e não necessita ser ensaiada;*
- *Água recuperada de processos de preparação do concreto: deve estar conforme com o Anexo A desta norma, a seguir enunciado, para ser considerada adequada ao concreto;*

62

NBR 15900: ÁGUA

- *Água de fontes subterrâneas: pode ser adequada para uso em concreto, mas deve ser ensaiada;*
- *Água natural de superfície, água de captação pluvial e água residual industrial: pode ser adequada para uso em concreto, mas deve ser ensaiada.*

Ex: água de resfriamentos, de jateamento, de corte, de fresagem e de polimento de concreto;

63

NBR 15900: ÁGUA

- *Água salobra: somente pode ser usada para concreto não armado, mas deve ser ensaiada. Não é adequada para concreto armado ou protendido;*
- *Água de esgoto e água de esgoto tratado: não adequada para concreto;*

64

NBR 15900: ÁGUA

- *Água de reuso proveniente de estação de tratamento de esgoto: é água tratada por filtração e flotação em estações de tratamento de esgoto, a partir de afluente já tratado para usos não potáveis*

65

REAPROVEITAMENTO ÁGUA:

- Podem ser utilizadas como água para amassamento de concreto estrutural, desde que obedçam às seguintes exigências:
- A massa adicional de material sólido no concreto resultante da utilização de água recuperada de processos de preparo do concreto deve ser menor do que 1% (em massa) da massa total de agregados presentes no concreto;

66

REAPROVEITAMENTO ÁGUA:

- A possível influência da utilização desta água deve ser levada em conta se houver qualquer exigência especial para determinado tipo de concreto a ser preparado;
- A quantidade de água recuperada deve ser distribuída o mais uniformemente possível na preparação do concreto.

67

REAPROVEITAMENTO ÁGUA:

Pode-se considerar que água com massa específica menor ou igual a $1,03\text{kg/dm}^3$ contém quantidade de material sólido abaixo do limite de 50.000mg/dm^3 , conforme alínea b1) do item b), quando a massa específica do material sólido for maior ou igual a $2,6\text{kg/dm}^3$.

68

REAPROVEITAMENTO ÁGUA:

No caso de não ser possível manter a massa específica da água $\leq 1,03 \text{ kg/dm}^3$, deve ser realizada a correção da dosagem do concreto, em função da quantidade de material sólido presente na água de acordo com a equação do item A.5.4 da ABNT NBR 15900- 1:2009, Anexo A, item A.6.

69

AGREGADO RECICLADO x AGREGADO RECICLADO DE CONCRETO (areia)

ACI 555R -1 : Trabalhar com agregado reciclado requer conhecimento sobre as principais possibilidades de alteração nas propriedades do concreto:

- Redução da resistência, aumentar o desvio padrão (5 a 25%), depende da % de adição.
- 5% a mais de água para obtenção do mesmo slump

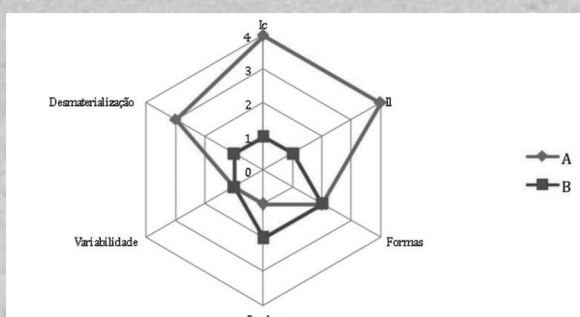
70

AGREGADO RECICLADO x AGREGADO RECICLADO DE CONCRETO (areia)

- Analisar em conjunto o módulo de elasticidade a redução poderá ser de 25 a 40%
- Aumenta a retração por secagem de 20 a 50%
- Aumenta a permeabilidade do concreto
- ABNT NBR 15116:2004 Agregados de Resíduos Sólidos da Construção Civil utilização em pavimentos e preparo de concreto sem Função estrutural.

71

CONCRETO SUSTENTÁVEL

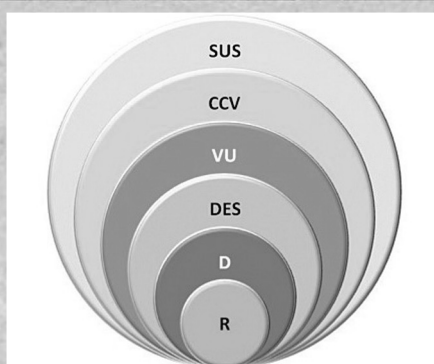


Exemplo de ferramenta que permite comparar múltiplos indicadores de sustentabilidade de um concreto. Nesta abordagem todos os indicadores têm o mesmo peso e quanto menor o valor (ou pegada) melhor é a solução.

Livro IBRACON - Concreto: Ciência e Tecnologia Cap.50 Prof. Vanderley M.John

72

CONCRETO SUSTENTÁVEL



Evolução conceitual do projeto das estruturas de concreto em que R=resistência; D=durabilidade; DES=desempenho; VU=vida útil; CCV=custos do ciclo de vida; SUS=sustentabilidade (POSSAN, 2010).

73

CONCRETOS MAIS RESISTENTES

6 JULIO 2011

The New York Times
 CIENCIA Y TECNOLOGÍA

JUEVES 10 DE ABRIL DE 2009

Hormigón: nuevas mezclas para un planeta que se calienta

Recetas a la carta

Los arquitectos han empezado a pedir la receta de hormigón según los requerimientos de diseño y durabilidad del proyecto y a no usar un estándar tradicional. Los usos del hormigón cambian en función de la altura del edificio, la longitud del puente o el tipo de suelo en el que se va a construir.

Mixto tipo 1: hormigón reforzado

Agua	100%
Cemento	20%
Gravilla	70%
Gravilla fina	10%
Gravilla gruesa	10%
Gravilla muy gruesa	10%

Mixto tipo 2: hormigón reforzado

Agua	100%
Cemento	20%
Gravilla	70%
Gravilla fina	10%
Gravilla gruesa	10%
Gravilla muy gruesa	10%

Mixto tipo 3: hormigón reforzado

Agua	100%
Cemento	20%
Gravilla	70%
Gravilla fina	10%
Gravilla gruesa	10%
Gravilla muy gruesa	10%

Mixto tipo 4: hormigón reforzado

Agua	100%
Cemento	20%
Gravilla	70%
Gravilla fina	10%
Gravilla gruesa	10%
Gravilla muy gruesa	10%

Mixto tipo 5: hormigón reforzado

Agua	100%
Cemento	20%
Gravilla	70%
Gravilla fina	10%
Gravilla gruesa	10%
Gravilla muy gruesa	10%

Hormigón reforzado

El hormigón, una vez se cura, puede soportar grandes cargas, pero a veces hay que reforzarlo con acero para que soporte el peso de la estructura y el viento. El hormigón reforzado es el más común.

Hormigón reforzado

El hormigón, una vez se cura, puede soportar grandes cargas, pero a veces hay que reforzarlo con acero para que soporte el peso de la estructura y el viento. El hormigón reforzado es el más común.

Hormigón reforzado

El hormigón, una vez se cura, puede soportar grandes cargas, pero a veces hay que reforzarlo con acero para que soporte el peso de la estructura y el viento. El hormigón reforzado es el más común.

Hormigón reforzado

El hormigón, una vez se cura, puede soportar grandes cargas, pero a veces hay que reforzarlo con acero para que soporte el peso de la estructura y el viento. El hormigón reforzado es el más común.

Hormigón reforzado

El hormigón, una vez se cura, puede soportar grandes cargas, pero a veces hay que reforzarlo con acero para que soporte el peso de la estructura y el viento. El hormigón reforzado es el más común.

Hormigón reforzado

El hormigón, una vez se cura, puede soportar grandes cargas, pero a veces hay que reforzarlo con acero para que soporte el peso de la estructura y el viento. El hormigón reforzado es el más común.

RECEPES

Una vez terminada la construcción de hormigón, los arquitectos han empezado a pedir la receta de hormigón según los requerimientos de diseño y durabilidad del proyecto y a no usar un estándar tradicional. Los usos del hormigón cambian en función de la altura del edificio, la longitud del puente o el tipo de suelo en el que se va a construir.

El hormigón, una vez se cura, puede soportar grandes cargas, pero a veces hay que reforzarlo con acero para que soporte el peso de la estructura y el viento. El hormigón reforzado es el más común.

Hormigón reforzado

El hormigón, una vez se cura, puede soportar grandes cargas, pero a veces hay que reforzarlo con acero para que soporte el peso de la estructura y el viento. El hormigón reforzado es el más común.

Hormigón reforzado

El hormigón, una vez se cura, puede soportar grandes cargas, pero a veces hay que reforzarlo con acero para que soporte el peso de la estructura y el viento. El hormigón reforzado es el más común.

Hormigón reforzado

El hormigón, una vez se cura, puede soportar grandes cargas, pero a veces hay que reforzarlo con acero para que soporte el peso de la estructura y el viento. El hormigón reforzado es el más común.

Hormigón reforzado

El hormigón, una vez se cura, puede soportar grandes cargas, pero a veces hay que reforzarlo con acero para que soporte el peso de la estructura y el viento. El hormigón reforzado es el más común.

los usos del hormigón cambian en función de la altura del edificio, la longitud del puente o el tipo de suelo en el que se va a construir. Los usos del hormigón cambian en función de la altura del edificio, la longitud del puente o el tipo de suelo en el que se va a construir.

El hormigón, una vez se cura, puede soportar grandes cargas, pero a veces hay que reforzarlo con acero para que soporte el peso de la estructura y el viento. El hormigón reforzado es el más común.

Hormigón reforzado

El hormigón, una vez se cura, puede soportar grandes cargas, pero a veces hay que reforzarlo con acero para que soporte el peso de la estructura y el viento. El hormigón reforzado es el más común.

Hormigón reforzado

El hormigón, una vez se cura, puede soportar grandes cargas, pero a veces hay que reforzarlo con acero para que soporte el peso de la estructura y el viento. El hormigón reforzado es el más común.

Hormigón reforzado

El hormigón, una vez se cura, puede soportar grandes cargas, pero a veces hay que reforzarlo con acero para que soporte el peso de la estructura y el viento. El hormigón reforzado es el más común.

Hormigón reforzado

El hormigón, una vez se cura, puede soportar grandes cargas, pero a veces hay que reforzarlo con acero para que soporte el peso de la estructura y el viento. El hormigón reforzado es el más común.

Esfuerzos por hacer más ecológico un material de construcción milenario.

PILARES

- 69% escoria
- 16% ceniza
- 15% cemento Portland

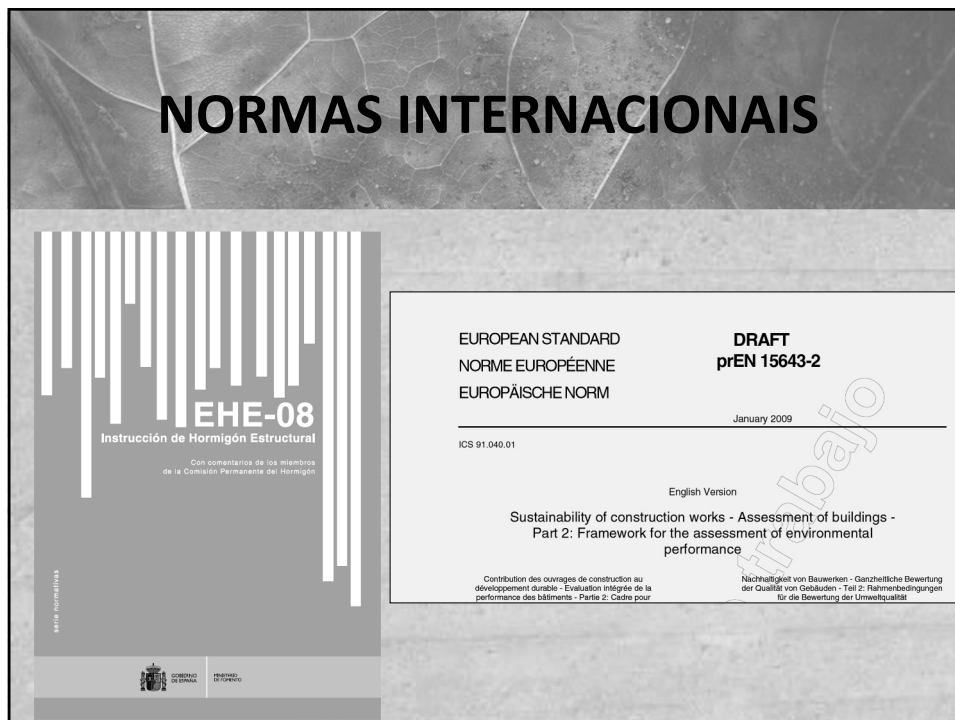
■ La ceniza volante aporta dureza.

ZAPATAS

- 42% escoria
- 18% ceniza
- 40% cemento Portland

■ 60% de reducción del CO₂

74



75

CONCRETO COM MAIOR RESISTÊNCIA

Pilar para 500t

$$f_{ck} = 20\text{MPa}$$

$$f_{ck} = 50\text{ MPa}$$

Estudo Prof. Paulo Helene, considerando um pilar central típico de um edifício de 20 andares secção quadrada, 3m de altura, armadura principal.

76

CONCRETO COM MAIOR RESISTÊNCIA

FORÇA NORMAL CARACTERÍSTICA = 500 TF

f_{ck} (MPa)	taxa de armadura (%) → total do pilar	seção (cm)	adotado (cm)
20	0.4 → 49kg	71.8 x 71.8	72 x 72
50	0.4 → 24kg	46.9 x 46.9	50 x 50
20	4.0 → 255kg	51.2 x 51.2	52 x 52
50	4.0 → 151kg	39.5 x 39.5	40 x 40

Estudo Prof. Paulo Helene, considerando um pilar central típico de um edifício de 20 andares secção quadrada, 3m de altura, armadura principal.

77

CONCRETO COM MAIOR RESISTÊNCIA

$f_{ck} = 20\text{MPa}$

$f_{ck} = 50\text{MPa}$

Cimento = 280 kg/m³

Cimento = 420 kg/m³

Areia = 845 kg/m³

Areia = 801 kg/m³

Brita = 1036 kg/m³

Brita = 1010 kg/m³

Água = 210 kg/m³

Água = 160 kg/m³

Estudo Prof. Paulo Helene, considerando um pilar central típico de um edifício de 20 andares secção quadrada, 3m de altura, armadura principal.

78

EMISSIONES GASOSAS E ENERGIA CONSUMIDA

Material	NOx (kg/t)	CO ₂ (kg/t)	GWP (kg/t)	Energia consumida (kWh/t)
Clinker Portland (≈ CP I)	1,85	855	1447 (880)	998
ferro gusa (minério)	4,43	1588	3006	5.060
CA 50 & CA 60 (sucata)		380	719	20.000

Global warming potential (GWP) is a measure of how much a given mass of greenhouse gas is estimated to contribute to global warming. It is a relative scale which compares the gas in question to that of the same mass of carbon dioxide -
 Estudo Prof. Paulo Helene, considerando um pilar central típico de um edifício de 20 andares secção quadrada, 3m de altura, armadura principal.

79

GWP Global Warming Potential

- **Potencial de Aquecimento Global** (*Global Warming Potential*) ou **Fator de Aquecimento Global** é uma medida de como uma determinada quantidade de gás do efeito estufa (GEE) contribui para o aquecimento global.
- Também é comumente identificado apenas pela sigla **GWP** ou **GWF**, em referência aos nomes em inglês.

80

GWP Global Warming Potential

- O GWP é uma medida relativa que compara o gás em questão com a mesma quantidade de dióxido de carbono (cujo potencial é definido como 1).
- O Potencial de Aquecimento Global é calculado sobre um intervalo de tempo específico e este valor deve ser declarado para a comparação.

81

Concreto estrutural de 20 MPa

	Para 1 m ³	GWP kg/t	GWP kg/m ³	Energia kWh/m ³
Cimento CP I	280kg	1447	405	280
Areia	845kg	0	0	1
Pedra	1036kg	0	0	12
Água	210kg	0	0	0
Aço	32kg	719	23	640
	315kg		226	6300
Formas 12 m²/m³ 6 reutilizações chapa de 1,4cm	0,0280 m ²	0	0	43
TOTAL			428	933
			631	6636

Estudo Prof. Paulo Helene, considerando um pilar central típico de um edifício de 20 andares secção quadrada, 3m de altura, armadura principal.

82

Concreto estrutural de 50 MPa

	Para 1 m ³	GWP kg/t	GWP kg/m ³	Energia kWh/m ³
Cimento CP I	420kg	1447	607	419
Areia	801kg	0	0	3
Pedra	1010kg	0	0	12
Água	160kg	0	0	0
Aço	32kg	719	23	640
	315kg		226	6300
Formas 12 m²/m³ 6 reutilizações chapa de 1,4cm	0,0280 m ²	0	0	43
TOTAL			630	1117
			833	6777

Estudo Prof. Paulo Helene, considerando um pilar central típico de um edifício de 20 andares secção quadrada, 3m de altura, armadura principal.

83

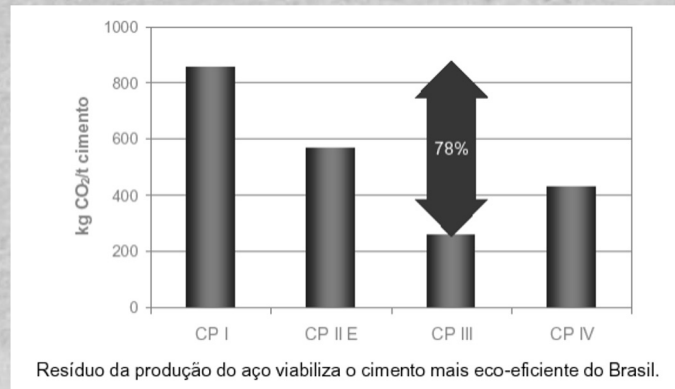
1 m³ de Concreto Estrutural

Material	Tipo	f _{ck}	GWP	Energia
		MPa	kg/m ³	kWh/m ³
concreto armado	CP I	20	428 / 631	933 / 6636
concreto armado	CP III	20	140 / 344	777 / 6437
concreto armado	CP I	50	630 / 833	1117 / 6777
concreto armado	CP III	50	199 / 402	820 / 6480

Estudo Prof. Paulo Helene, considerando um pilar central típico de um edifício de 20 andares secção quadrada, 3m de altura, armadura principal.

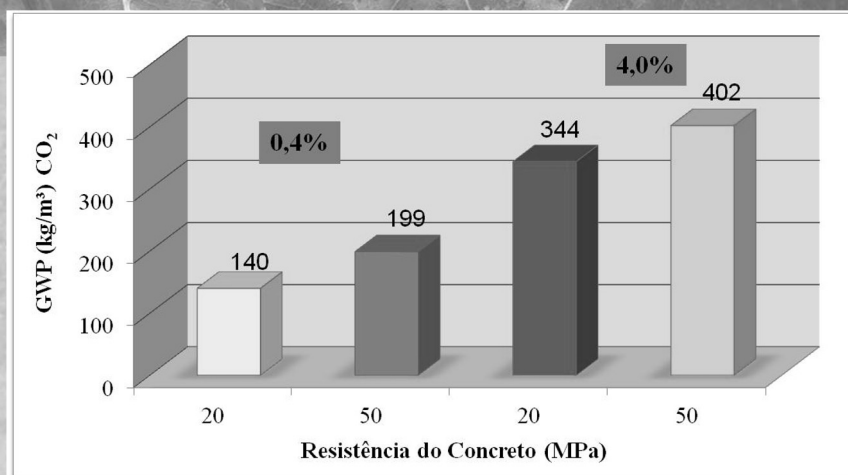
84

Análise do ciclo de vida na seleção de cimento...



85

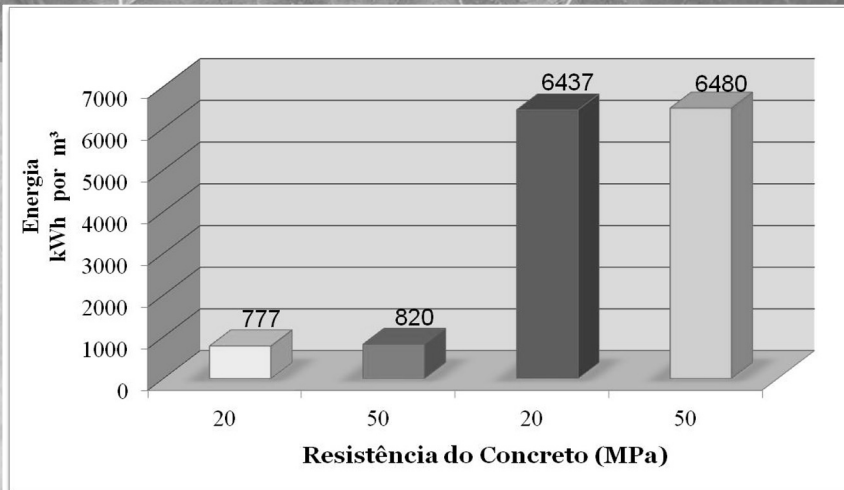
1 m³ de concreto estrutural com CP III



Estudo Prof. Paulo Helene, considerando um pilar central típico de um edifício de 20 andares secção quadrada, 3m de altura, armadura principal.

86

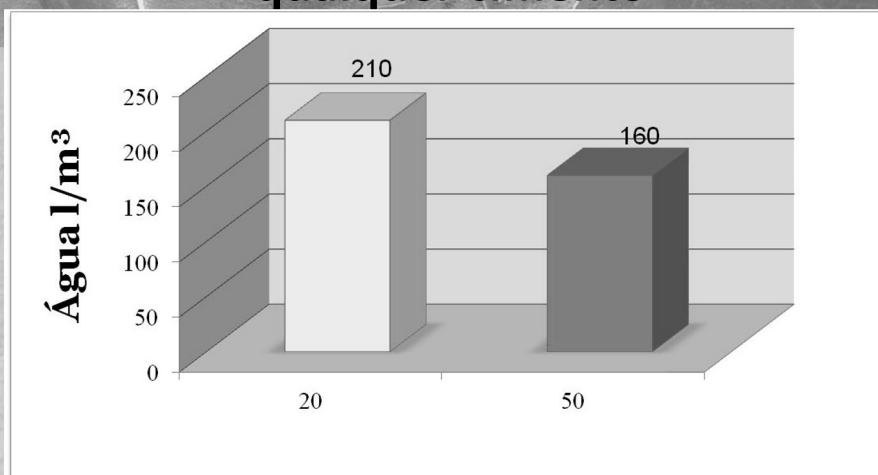
1 m³ de concreto estrutural com CP III



Estudo Prof. Paulo Helene, considerando um pilar central típico de um edifício de 20 andares secção quadrada, 3m de altura, armadura principal.

87

1 m³ de concreto estrutural com qualquer cimento



Estudo Prof. Paulo Helene, considerando um pilar central típico de um edifício de 20 andares secção quadrada, 3m de altura, armadura principal.

88

Pilar com 3m - 0,4% armadura, 500tf, com CP III

Material	f_{ck}	seção	energia	GWP
	MPa	cm	kWh	kg
concreto armado	20	72x72	1208	218
concreto armado	50	50x50	615	149

Estudo Prof. Paulo Helene, considerando um pilar central típico de um edifício de 20 andares secção quadrada, 3m de altura, armadura principal.

89

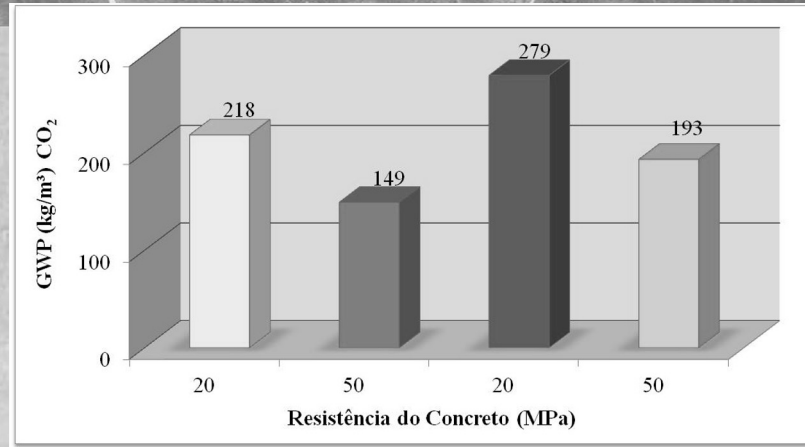
Pilar com 3m - 4% armadura, 500tf, com CP III

Material	f_{ck}	seção	energia	GWP
	MPa	cm	kWh	kg
concreto armado	20	52x52	5221	279
concreto armado	50	40x40	3110	193

Estudo Prof. Paulo Helene, considerando um pilar central típico de um edifício de 20 andares secção quadrada, 3m de altura, armadura principal.

90

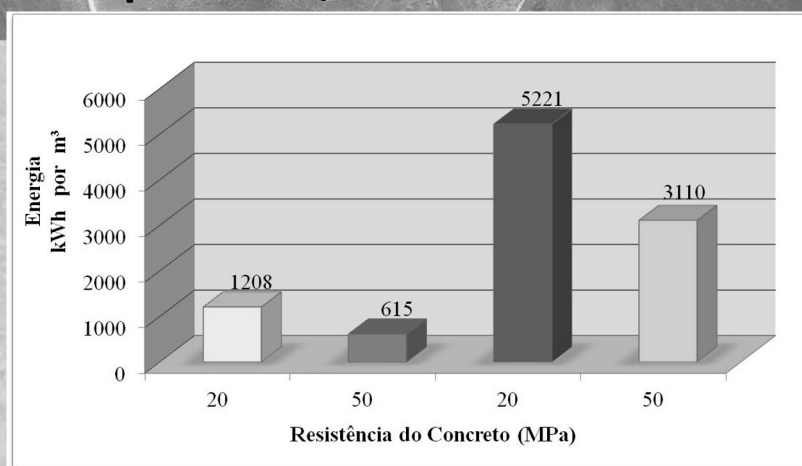
Pilar com 3m de altura, seção quadrada, 500tf com CP III



Estudo Prof. Paulo Helene, considerando um pilar central típico de um edifício de 20 andares seção quadrada, 3m de altura, armadura principal.

91

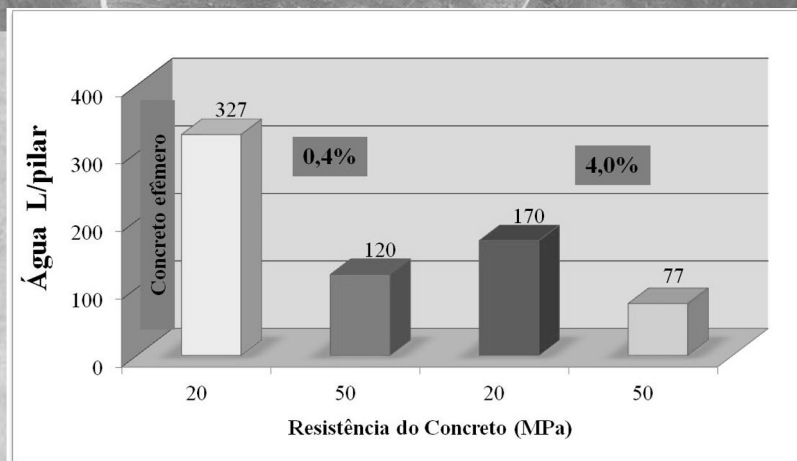
Pilar com 3m de altura, seção quadrada, 500tf com CP III



Estudo Prof. Paulo Helene, considerando um pilar central típico de um edifício de 20 andares seção quadrada, 3m de altura, armadura principal.

92

Pilar com 3m de altura, secção quadrada, 500tf com CP III



Estudo Prof. Paulo Helene, considerando um pilar central típico de um edifício de 20 andares secção quadrada, 3m de altura, armadura principal.

93

Concreto sustentável é :

- mais resistente
- mais durável
- mais humano (< ruído e < esforço físico)
- consumir menos recursos materiais não renováveis
- consumir menos água
- consumir menos energia
- produzir menos resíduos e entulho

94

Estratégias Para o Aumento da Sustentabilidade do Concreto

- Redução da Informalidade
- Desmaterialização (Redução de Perdas)
- Desmaterialização (Aumento da Resistência Mecânica)
- Minimização do teor de Clínquer
- Otimização do Uso de Ligantes
- Otimização de formas
- Controle Estatístico do processo – reduzir a variabilidade

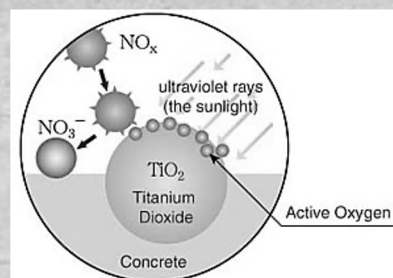
95

Outras Tecnologias:

- Photocatalytic Concrete
- Lightweight synthetic particles
www.elemix.com
- Waterproofing Concrete
www.hycrete.com
- CO2 Sequestration
www.calera.com

96

Outras Tecnologias:



Photocatalytic Concrete – Misericordia Church-Rome

http://www.concretedecor.net/All_Access/504/CD504_New_Tech.cfm

97

VIDA ÚTIL –ESTRUTURAS DE CONCRETO

- Em função dos crescentes problemas de degradação precoce observados nas estruturas, das novas necessidades competitivas e das exigências de sustentabilidade na construção civil, observa-se nas duas últimas duas décadas uma tendência mundial no sentido de privilegiar-se aspectos de projeto voltados a durabilidade e a extensão da vida útil das estruturas de concreto armado e protendido (CLIFTON, 1993)

98

VIDA ÚTIL –ESTRUTURAS DE CONCRETO

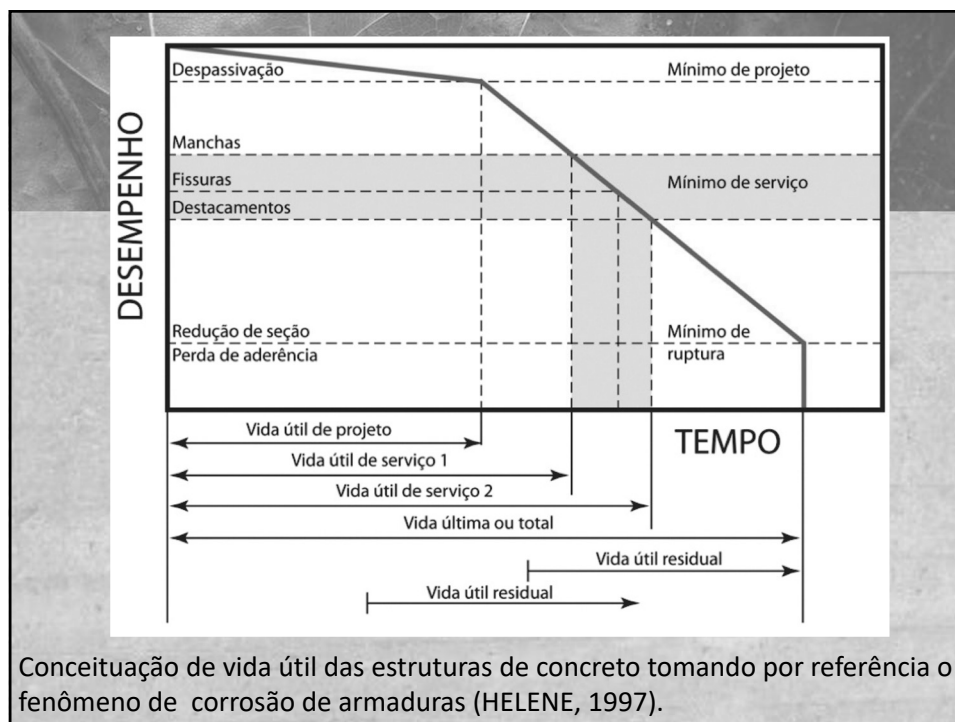
A questão da vida útil das estruturas de concreto deve ser enfocada de forma holística, sistêmica e abrangente, envolvendo equipes multidisciplinares. Deve também ser considerada como resultante de ações coordenadas e realizadas em todas as etapas do processo construtivo: concepção ou planejamento; projeto; fabricação de materiais e componentes; execução propriamente dita e principalmente durante a etapa de uso da estrutura.

99

VIDA ÚTIL –ESTRUTURAS DE CONCRETO

É nessa etapa onde serão realizadas as operações de vistoria, monitoramento e manutenções preventivas e corretivas, indispensáveis numa consideração correta e sistêmica da vida útil (HELENE, 2001).

100



101

VIDA ÚTIL –ESTRUTURAS DE CONCRETO

a) Vida útil de projeto: Período de tempo que vai até a despassivação da armadura, normalmente denominado de período de iniciação. Corresponde ao período de tempo necessário para que a frente de carbonatação ou a frente de cloretos atinja a armadura.

102

VIDA ÚTIL –ESTRUTURAS DE CONCRETO

b) Vida útil de serviço: Período de tempo que vai até o momento em que aparecem manchas na superfície do concreto, ou ocorrem fissuras no concreto de cobrimento, ou ainda quando há o destacamento do concreto de cobrimento.

c) Vida útil última ou total: Período de tempo que vai até a ruptura ou colapso parcial ou total da estrutura.

103

VIDA ÚTIL –ESTRUTURAS DE CONCRETO

d) Vida útil residual: Corresponde ao período de tempo em que a estrutura ainda será capaz de desempenhar suas funções, contado nesse caso a partir de uma data qualquer, correspondente a uma vistoria. Essa vistoria e diagnóstico podem ser efetuados a qualquer instante da vida em uso da Estrutura.

**Livro IBRACON - Concreto: Ciência e Tecnologia Cap 22
– Paulo Helene , Marcelo Medeiros e Jairo Andrade**

104

VIDA ÚTIL –ESTRUTURAS DE CONCRETO

Segundo o fib *Model Code for Service Life Design* (2006), a questão da vida útil deve ser tratada sob, pelo menos, três aspectos:

- Métodos de Introdução ou Verificação da Vida Útil no Projeto;
- Procedimentos de Execução e Controle de Qualidade;
- Procedimentos de Uso, Operação e Manutenção.

105

DURABILIDADE DO CONCRETO

Durabilidade é o resultado da interação entre a estrutura de concreto, o ambiente e as condições de uso, de operação e de manutenção. Portanto não é uma propriedade inerente ou intrínseca à estrutura, à armadura ou ao concreto. Uma mesma estrutura pode ter diferentes comportamentos, ou seja, diferentes funções de durabilidade no tempo, segundo suas diversas partes, até dependente da forma de utilizá-la.

106

DURABILIDADE DO CONCRETO

- A resistência do concreto aos diferentes meios agressivos depende, entre outros fatores, da natureza e tipo dos seus materiais constituintes assim como da composição ou dosagem do concreto, ou seja, depende de:
 - tipo e consumo de cimento;
 - tipo e consumo de adições e de água;
 - relação água / cimento;
 - natureza e D_{max} do agregado.

107

DURABILIDADE DO CONCRETO

É conhecido que para evitar envelhecimento precoce e satisfazer às exigências de durabilidade devem ser observados os seguintes critérios de projeto:

- prever drenagem eficiente;
- evitar formas arquitetônicas e estruturais inadequadas;

108

DURABILIDADE DO CONCRETO

- garantir concreto de qualidade apropriada, particularmente nas regiões superficiais dos elementos estruturais
 - garantir cobrimentos de concreto apropriados para proteção às armaduras;
 - detalhar adequadamente as armaduras;
 - controlar a fissuração das peças;

109

DURABILIDADE DO CONCRETO

- prever espessuras de sacrifício ou revestimentos protetores em regiões sob condições de exposição ambiental muito agressivas;
- definir um plano de inspeção e manutenção preventiva.

110

DURABILIDADE DO CONCRETO

- Deve-se dar preferência a certos tipos de cimento Portland, a adições minerais e a aditivos mais adequados para resistir à agressividade ambiental, em função da natureza dessa agressividade.

111

DURABILIDADE DO CONCRETO

- Uma diretriz geral, encontrada na literatura técnica, ressalta que a durabilidade da estrutura de concreto é determinada por quatro fatores identificados como regra dos 4C:
 - Composição ou traço do concreto;
 - Compactação ou adensamento efetivo do concreto na estrutura;
 - Cura efetiva do concreto na estrutura;
 - Cobrimento das armaduras.

112

GREEN BUILDING

O que é um Green Building?

Green Building são edificações nas quais foram aplicadas medidas construtivas e procedimentais que buscam o aumento de sua eficiência no uso de recursos, com foco na redução dos impactos sócio-ambientais. Isto é feito por meio de um processo que abrange ciclo de vida completo das edificações.

113

GREEN BUILDING

Deste modo englobam:

- Localização

- Projeto

- Construção

- Operação e Manutenção

- Remoção de resíduos

- Remoção/renovação da edificação ao final de sua vida útil

114

CERTIFICAÇÃO LEED

- Leadership in Energy and Environmental Design
- Certificação para edifícios sustentáveis concedida pela ONG Americana U.S. GreenBuilding Council (USGBC).
- No Brasil pelo Green Building Council Brasil (GBCB)



115

CERTIFICAÇÃO ISO 14001

- **O que é um SGA e o que é ISO 14001?**

Um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) é uma estrutura desenvolvida para que uma organização possa consistentemente controlar seus impactos significativos sobre o meio ambiente e melhorar continuamente as operações e negócios.

116

PRINCÍPIOS BÁSICOS

- Substituição de materiais e insumos
- Utilizar substâncias que usem água como solvente ao em vez de solventes orgânicos, preferência ao uso de materias originados de recursos naturais renováveis, usar fontes energéticas que causem menos impactos ambientais
- Mudanças de Procedimentos

117

PRINCÍPIOS BÁSICOS

- Contexto mais amplo da construção civil buscar os sistemas industrializados, produção contínua, tecnologias mais eficientes, nas nossas fábricas, reduzir impactos.
- Melhorar a Organização: 5s, housekeeping. etc...
- Programas Educacionais: Conscientização

118

ESTRATÉGIAS ENTIDADES PRÉ-FABRICADO

- *fib – comission 6*
International Federation of Structural Concrete
www.fib-international.org
- PCI – Precast Concrete Institute
www.pci.org
- CPCI – Canadian Precast Institute
www.cpci.ca
British Precast Association
www.britishprecast.org
- BIBM European Federation of Precast Concrete
www.bibm.eu
- www.sustainableconcrete.org.uk Vídeos da última conferência

119

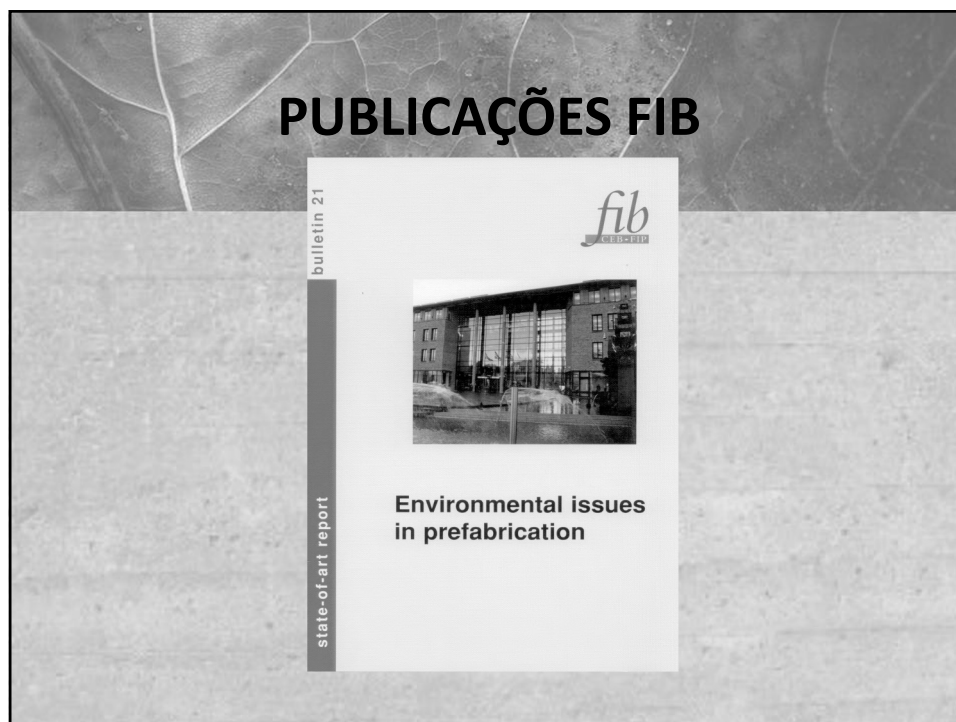
•Estratégia British Precast Association

The strategy was produced in the form of an action plan which requires BritishPrecast to establish the following for the precast industry:

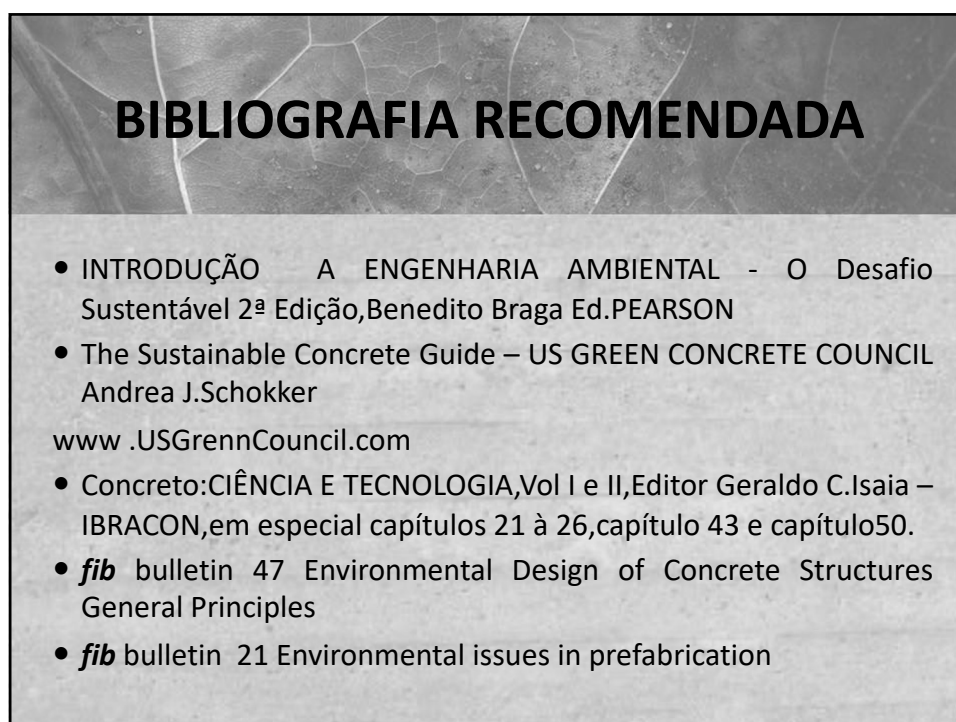
- Key Performance Indicators;
- A Sustainability Charter;
- A Responsibly Sourced Materials Scheme;
- A Best Practice Forum; and
- Objectives and targets for improvement.

www.britishprecast.org

120



121



122

AGRADECIMENTOS:

- Prof. Paulo Helene -PhD Engenharia/Escola Politécnica USP
- James Toscas - Presidente PCI
- Prof. Hugo Corres Peiretti – Politécnica de Madrid-Fhecor Ingenieros Consultores
- Fernando Rodrigues Garcia –Fhecor Ingenieros Consultores
- Prof. Wanderley John / Escola Politécnica USP
- Integra estas matérias dois arquivos de palestras ministradas em eventos Abcic, por James Toscas e Fernando Rodrigues Garcia, no Concreteshow e Seminário de Lajes Alveolares em 2011 respectivamente.
- PDF Prof. Paulo Helene CD ABCIC ConcreteShow 2007