



INSTITUTO BRASILEIRO DO CONCRETO
FUNDADO EM 23 DE 1972

Capítulo 12

Dosagem dos Concretos de Cimento Portland

Bernardo F. Tutikian - UNISINOS
Paulo Helene – PhD Engenharia
& Consultoria

Livro Concreto: Ciência e Tecnologia
Editor: Geraldo C. Isaia

1



12.1 Introdução e Importância do Tema

- Entende-se por estudo de dosagem dos concretos de cimento Portland os procedimentos necessários à obtenção da melhor proporção entre os materiais constitutivos do concreto, também conhecido por traço. Essa proporção ideal pode ser expressa em massa ou em volume, sendo preferível e sempre mais rigorosa a proporção expressa em massa seca de materiais.

Livro Concreto: Ciência e Tecnologia
Editor: Geraldo C. Isaia

2



12.1 Introdução e Importância do Tema

- Um estudo de dosagem deve ser realizado visando obter a mistura ideal e mais econômica, numa determinada região e com os materiais ali disponíveis, para atender uma série de requisitos. Essa série será maior ou menor, segundo a complexidade do trabalho a ser realizado e segundo o grau de esclarecimento técnico e prático do usuário do concreto que demandou o estudo.

Livro Concreto: Ciência e Tecnologia
Editor: Geraldo C. Isaia

3



12.1 Introdução e Importância do Tema

- Em princípio, os requisitos básicos usuais a serem atendidos são:
 - Resistência Mecânica (MPa);
 - Trabalhabilidade (mm);
 - Durabilidade (anos);
 - Deformabilidade (GPa);
 - Consumo Sustentável (rendimento, kg/MPa);

Livro Concreto: Ciência e Tecnologia
Editor: Geraldo C. Isaia

4



12.1 Introdução e Importância do Tema

- Princípios da dosagem dos concretos:
 - A resistência à compressão de um concreto é 95% explicada pela resistência da pasta;
 - A máxima resistência será, teoricamente, alcançada com uma pasta de cimento simples;
 - Para cada dimensão máxima característica do agregado graúdo há um ponto ótimo de resistência do concreto, crescente com a redução dessa dimensão;
 - A resistência à compressão dos concretos depende essencialmente da relação a/c ;

Livro Concreto: Ciência e Tecnologia
Editor: Geraldo C. Isaia

5



12.1 Introdução e Importância do Tema

- Um concreto corrente será tanto mais barato quanto maior a dimensão máxima característica do agregado graúdo e quanto menor o seu abatimento, ou seja, concretos de consistência seca, para uma mesma resistência, são mais baratos que de consistência plástica ou fluída. Não necessariamente os mais sustentáveis ou mais econômicos;
- A consistência de um concreto fresco depende essencialmente da quantidade de água por m^3 ;
- Para uma dada resistência e uma dada consistência, há uma distribuição granulométrica ótima (combinação miúdo/grauído) que minimiza a quantidade de pasta;

Livro Concreto: Ciência e Tecnologia
Editor: Geraldo C. Isaia

6



12.2 Histórico Internacional e Nacional

- Até o século XIX, pouco se conhecia acerca do proporcionamento adequado dos materiais constitutivos dos concretos e argamassas. Em 1828, na França, Louis J. Vicat (*apud* Ferrari, 1968) constatou experimentalmente que uma determinada relação cimento/areia conduzia à máxima resistência das argamassas. O autor também fez considerações sobre os inconvenientes do excesso e da insuficiência de areia no traço e descreveu que, na mesma época, Rondelet, em 1830, preconizou a utilização de areia tão grossa quanto possível para obtenção de argamassas e concretos econômicos.

Livro Concreto: Ciência e Tecnologia
Editor: Geraldo C. Isaia

7



12.2 Histórico Internacional e Nacional

- Esses conceitos centenários vigoram até hoje, apesar de estar atualmente comprovada a sua inconsistência tecnológica, ou seja, é possível obter concretos equivalentes técnica e economicamente tanto com o uso de areias finas, quanto com o emprego de areias grossas. Além disso, não é verdade que todos os concretos com elevado consumo de cimento têm desempenho superior a outros concretos com menos cimento.

Livro Concreto: Ciência e Tecnologia
Editor: Geraldo C. Isaia

8



12.2 Histórico Internacional e Nacional

- Em 1918, Duff A. Abrams, após o estudo de inúmeros traços e análise de mais de 50.000 corpos-de-prova, enunciou a “Lei de Abrams”, mundialmente aceita até os dias de hoje. Abrams introduziu também o termo “Módulo de Finura”, que propôs representar, por meio de um único índice, a distribuição granulométrica dos agregados. O índice assim obtido mostrou-se tão útil que foi adotado mundialmente nas normas de agregados para concreto, inclusive na brasileira, a ABNT NBR 7211:2009.

Livro Concreto: Ciência e Tecnologia
Editor: Geraldo C. Isaia

9



12.2.2 Resistência do Concreto

- Modelo de Powers (1968):

$$f_c = k_1 \cdot \left[\frac{0,68 \cdot \alpha}{0,32 \cdot \alpha + \frac{a}{c}} \right]^{k_2}$$

em que:

- f_c = resistência à compressão, em MPa;
- α = grau de hidratação do cimento (varia de 0 para concreto recém-misturado a 1 para condições ideais de cura após tempo infinito);
- k_1 = constante que depende dos materiais (em geral da ordem de 120);
- k_2 = constante que depende dos materiais (em geral da ordem de 3);
- a/c = relação água/cimento em massa.

Livro Concreto: Ciência e Tecnologia
Editor: Geraldo C. Isaia

10



12.2.2 Resistência do Concreto

- A alteração do **grau de hidratação (α)** é conseguida por meio de:
 - mudança do tipo de cimento (composição química e/ou características físicas);
 - alteração nas condições de cura (idade, pressão, umidade e temperatura);
 - emprego de aditivos aceleradores ou retardadores.

Livro Concreto: Ciência e Tecnologia
Editor: Geraldo C. Isaia

11



12.2.2 Resistência do Concreto

- A alteração da **relação água/cimento (a/c)** pode ser alcançada por meio de:
 - mudança do tipo de cimento (finura ou composição química);
 - mudança dos agregados (textura, dimensão, granulometria, absorção d'água);
 - emprego de aditivos redutores de água ou superplastificantes.

Livro Concreto: Ciência e Tecnologia
Editor: Geraldo C. Isaia

12



12.3 Definições e Terminologia: resistência média de dosagem

- *Resistência média do concreto para fins de dosagem ($f_{cm,j}$).*
 - A resistência prevista para a dosagem não é diretamente o f_{ck} e sim o $f_{cm,j}$. Para determinação do $f_{cm,j}$ adota-se a equação recomendada na ABNT NBR 12655:2006:

$$f_{cmj} = f_{ck} + 1,65 \cdot s_d$$

$$s_d = k_n \cdot s_n$$

Livro Concreto: Ciência e Tecnologia
Editor: Geraldo C. Isaia

13



12.3 Definições e Terminologia: resistência média de dosagem

em que:

- $f_{cm,j}$ = resistência média do concreto à compressão a j dias de idade, em MPa;
- f_{ck} = resistência característica do concreto à compressão, em MPa;
- s_d = desvio-padrão da dosagem, em MPa;
- k_n = coeficiente que depende do número n de resultados disponíveis;
- s_n = desvio padrão obtido de uma amostra com n resultados disponíveis;
- n = número de ensaios disponíveis.

Livro Concreto: Ciência e Tecnologia
Editor: Geraldo C. Isaia

14



12.3 Definições e Terminologia: resistência média de dosagem

- Observa-se que tanto para o $f_{cm,j}$ quanto para o f_{ck} as idades de projeto não estão definidas, cabendo ao projetista estrutural da edificação, em conjunto com o tecnologista de concreto, definir a idade de controle e cálculo destes parâmetros. A idade depende do período que se pretende desenformar a estrutura ou aplicar tensão nos cabos, iniciar um carregamento construtivo dos próximos andares, entre outros fatores únicos de cada empreendimento. Quanto maior for a idade de controle, mais econômico e sustentável será o concreto. Porém, se não especificado, entende-se como parâmetro os 28 dias.

Livro Concreto: Ciência e Tecnologia
Editor: Geraldo C. Isaia

15



12.3 Definições e Terminologia: resistência média de dosagem

- O Quadro 1 apresenta os valores de k_n em função do número (n) de ensaios.

Quadro 1 – Valores de k_n em função do número de ensaios

n	20	25	30	50	200
k_n	1,35	1,3	1,25	1,20	1,10

Livro Concreto: Ciência e Tecnologia
Editor: Geraldo C. Isaia

16



12.3 Definições e Terminologia: resistência média de dosagem

- O Quadro 2 apresenta o valor do desvio-padrão, e a verificação do teor de umidade, ou seja, em função do rigor da produção do concreto.

Quadro 2 – Valores de s_d em função do rigor da produção.

s_d	condição	classe	tipo de concreto
4,0	A	C10 a C80	Cimento e agregado medidos em massa e água medida em medidor com determinação do teor de umidade dos agregados.
5,5	B	C10 a C25	Cimento medido em massa e a água é medida em volume mediante dispositivo dosador. Os agregados são medidos em massa combinada com volume para o C25 e em volume para até C20, com a umidade do agregado miúdo determinada ao menos três vezes durante o turno de concretagem, realizando as correções através da curva de inchamento da areia.
7,0	C	C10 e C15	Cimento medido em massa, os agregados em volume, água medida em medidor e a umidade dos agregados sendo estimada.

Livro Concreto: Ciência e Tecnologia
Editor: Geraldo C. Isaia

17



12.4 Leis Clássicas da Tecnologia do Concreto

Leis Clássicas da Tecnologia do Concreto

Em tecnologia de concreto, tem sido adotados como leis de comportamento os seguintes modelos que governam a interação das principais variáveis em jogo:

- Lei de Abrams (1918): “a resistência de um concreto, numa determinada idade (f_{cj}), é inversamente proporcional à relação água cimento (a/c).”

$$f_{cj} = \frac{k_1}{k_2^{a/c}}$$

Livro Concreto: Ciência e Tecnologia
Editor: Geraldo C. Isaia

18



12.4 Leis Clássicas da Tecnologia do Concreto

- Modelo de Powers (1968):

$$f_c = k_1 \cdot \left[\frac{0,68 \cdot \alpha}{0,32 \cdot \alpha + \frac{a}{c}} \right]^{k_2}$$

- Lei de Lyse (1932): “fixados o cimento e agregados, a consistência do concreto fresco depende preponderantemente da quantidade de água por m³ de concreto” e pode ser, simplificada, expressa por:

$$m = k_3 + k_4 \cdot \frac{a}{c}$$

Livro Concreto: Ciência e Tecnologia
Editor: Geraldo C. Isaia

19



12.4 Leis Clássicas da Tecnologia do Concreto

- Lei de Priszkulnik & Kirilos (1974): “o consumo de cimento por m³ de concreto varia na proporção inversa da relação em massa seca de agregados/cimento (m).”

$$C = \frac{1000}{k_5 + k_6 \cdot m}$$

Livro Concreto: Ciência e Tecnologia
Editor: Geraldo C. Isaia

20



12.4 Leis Clássicas da Tecnologia do Concreto

em que:

- f_{cj} = resistência à compressão do concreto para a idade de j dias, em MPa;
- m = relação em massa seca de agregados/cimento, em kg/kg;
- a/c = relação em massa de água/cimento, em kg/kg;
- C = consumo de cimento por m^3 de concreto adensado em kg/m^3 ;
- k_1, k_2, k_3, k_4, k_5 e k_6 são constantes particulares de cada conjunto de mesmos materiais.

Livro Concreto: Ciência e Tecnologia
Editor: Geraldo C. Isaia

21



12.5 Procedimento de Dosagem Experimental: Método IBRACON

12.5.1 Conceituação

- O método proposto inicialmente por Eládio Petrucci (1965) e posteriormente modificado com contribuições de pesquisadores do IPT, Prizskulnik, Kirilos, Terzian e Tango, e da EPUSP, Helene, é um dos métodos mais versáteis, simples e capazes de fornecer uma resposta profícua aos requisitos exigidos de um concreto, atendendo tanto às exigências técnicas dos projetistas estruturais, quanto às econômicas, de sustentabilidade e de produtividade dos construtores e usuários dos concretos.

Livro Concreto: Ciência e Tecnologia
Editor: Geraldo C. Isaia

22



12.5 Procedimento de Dosagem Experimental: Método IBRACON

- O método, na sua versão atual, busca obter o comportamento mecânico e reológico do concreto de forma unívoca com os materiais escolhidos. É um método que pode classificar-se como teórico-experimental, em que há uma parte experimental de laboratório precedida por uma parte analítica de cálculo baseada em leis de comportamento dos concretos.

Livro Concreto: Ciência e Tecnologia
Editor: Geraldo C. Isaia

23



12.5 Procedimento de Dosagem Experimental: Método IBRACON

- O método IBRACON entende que a melhor proporção entre os agregados disponíveis é aquela que consome a menor quantidade de água para obter um dado abatimento requerido e faz isso considerando a interferência do aglomerante (cimento + adições) na proporção total de materiais.
- Poder-se-ia associar a uma “mistura” dos métodos baseados nas granulometria contínua (máxima trabalhabilidade) com métodos que se fundamentam na granulometria descontínua (máxima compacidade).

Livro Concreto: Ciência e Tecnologia
Editor: Geraldo C. Isaia

24



12.5 Procedimento de Dosagem Experimental: Método IBRACON

- Os limites de aplicação conhecidos desse método IBRACON são:
 - resistência à compressão: $5\text{MPa} \leq f_c \leq 150\text{MPa}$
 - relação a/c : $0,15 \leq a/c \leq 1,50$
 - abatimento: $0\text{mm} \leq \text{abatimento} \leq \text{auto-adensável}$
 - dimensão máxima do agregado: $4,8\text{mm} \leq D_{\text{max}} \leq 100\text{mm}$
 - teor de argamassa seca: $30\% < \alpha < 90\%$
 - fator água/ materiais secos: $5\% < H < 12\%$
 - módulo de finura do agregado: qualquer
 - distribuição granulométrica dos agregados: qualquer
 - massa específica do concreto: $>1500 \text{ kg/m}^3$

Livro Concreto: Ciência e Tecnologia
Editor: Geraldo C. Isaia

25



12.5 Procedimento de Dosagem Experimental: Método IBRACON

- O método adota ainda como modelos de comportamento:

- teor de argamassa seca

$$\alpha = \frac{1+a}{1+m}$$

- relação água/materiais secos

$$H = \frac{a/c}{(1+m)}$$

- consumo de cimento/m³

$$C = \frac{\gamma}{1+a+p+\frac{a}{c}}$$

Livro Concreto: Ciência e Tecnologia
Editor: Geraldo C. Isaia

26



12.5 Procedimento de Dosagem Experimental: Método IBRACON

em que:

- γ → massa específica do concreto, medida em kg/m^3 ;
- a → relação agregado miúdo seco/cimento em massa em kg/kg ;
- p → relação agregado graúdo seco/cimento em massa em kg/kg ;
- α → teor de argamassa seca na mistura seca deve ser constante para uma determinada família para assegurar a mesma coesão do concreto fresco, em kg/kg ;
- H → relação água/materiais secos deve ser constante para uma determinada família para assegurar o mesmo abatimento, em kg/kg .

Livro Concreto: Ciência e Tecnologia
Editor: Geraldo C. Isaia

27



12.5 Procedimento de Dosagem Experimental: Método IBRACON

12.5.2 Principais passos do método IBRACON

- Escolher dimensão máxima característica do agregado graúdo compatível com os espaços disponíveis entre armaduras e fôrmas do projeto da estrutura (depende do desenho estrutural e da obra);
- Escolher o abatimento compatível com a tecnologia disponível (depende da obra);
- Estabelecer a resistência média que se deseja alcançar na idade especificada, resistência de dosagem (consultar ABNT NBR 12655: 2006);

Livro Concreto: Ciência e Tecnologia
Editor: Geraldo C. Isaia

28



12.5 Procedimento de Dosagem Experimental: Método IBRACON

- Misturar em laboratório, os traços (1: a: p) para o traço intermediário (1: m), com base na busca do traço ideal entre cimento, adições, agregados miúdos, agregados graúdos e aditivos, para lograr uma trabalhabilidade especificada. Para produzir o primeiro traço em laboratório, variar o conteúdo de argamassa seca em massa, começando com $a = 0,30$ e subindo esse conteúdo de 0,02 em 0,02 até encontrar o ponto ótimo por meio de observações visuais do traço, combinadas com manuseio do traço com colher de pedreiro em laboratório. Obtido o conteúdo de argamassa seca ideal, por exemplo $\alpha = 0,50$, moldar os corpos-de-prova para os ensaios em concreto endurecido;

Livro Concreto: Ciência e Tecnologia
Editor: Geraldo C. Isaia

29



12.5 Procedimento de Dosagem Experimental: Método IBRACON

- Misturar os demais traços para verificar o mesmo abatimento com distintas relações a/c, mantendo fixo α e H do traço intermediário otimizado anteriormente. Recomendam-se os traços (m-1) e (m+1) nos casos correntes. Nos casos de CAR (HSC), esse intervalo deve ser menor, da ordem de $(m \pm 0,4)$. Moldar os corpos de prova para os ensaios em concreto endurecido;
- Verificar resistências e demais requisitos nas idades especificadas;
- Construir os Diagramas de Dosagem e de Desempenho (opcional) específicos a essa família de concretos;

Livro Concreto: Ciência e Tecnologia
Editor: Geraldo C. Isaia

30



12.5 Procedimento de Dosagem Experimental: Método IBRACON

- Obter o traço otimizado a partir do Diagrama de Dosagem entrando com a resistência média requerida ou outra propriedade ou requisito desejado;
- Opcional: para o caso de certas pesquisas, é aconselhável confeccionar pelo menos dois traços mais (um mais rico e outro mais pobre) com a mesma relação a/c do traço intermediário (m).

Livro Concreto: Ciência e Tecnologia
Editor: Geraldo C. Isaia

31



12.5 Procedimento de Dosagem Experimental: Método IBRACON

Componentes e Instrumentação



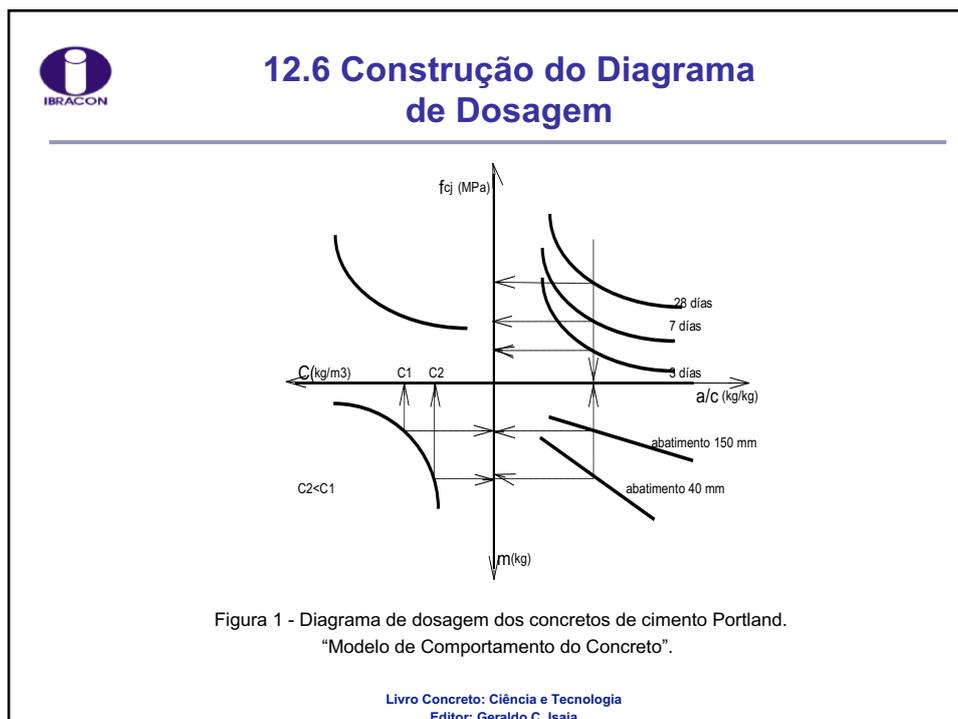
Foto: Carlos Brites



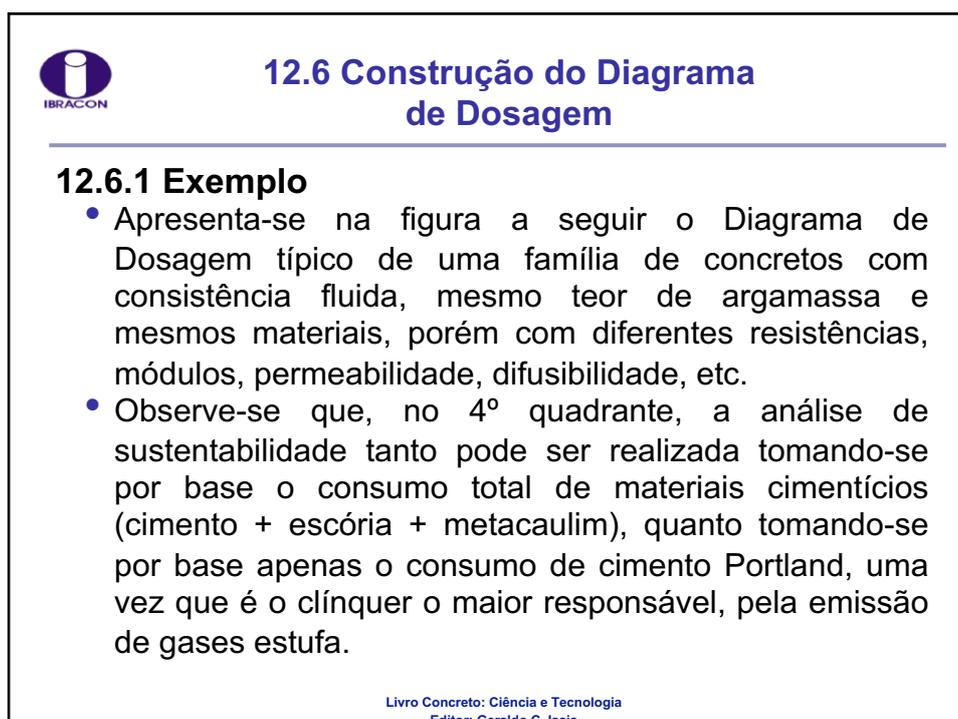
Foto: Sandra Bastos

Livro Concreto: Ciência e Tecnologia
Editor: Geraldo C. Isaia

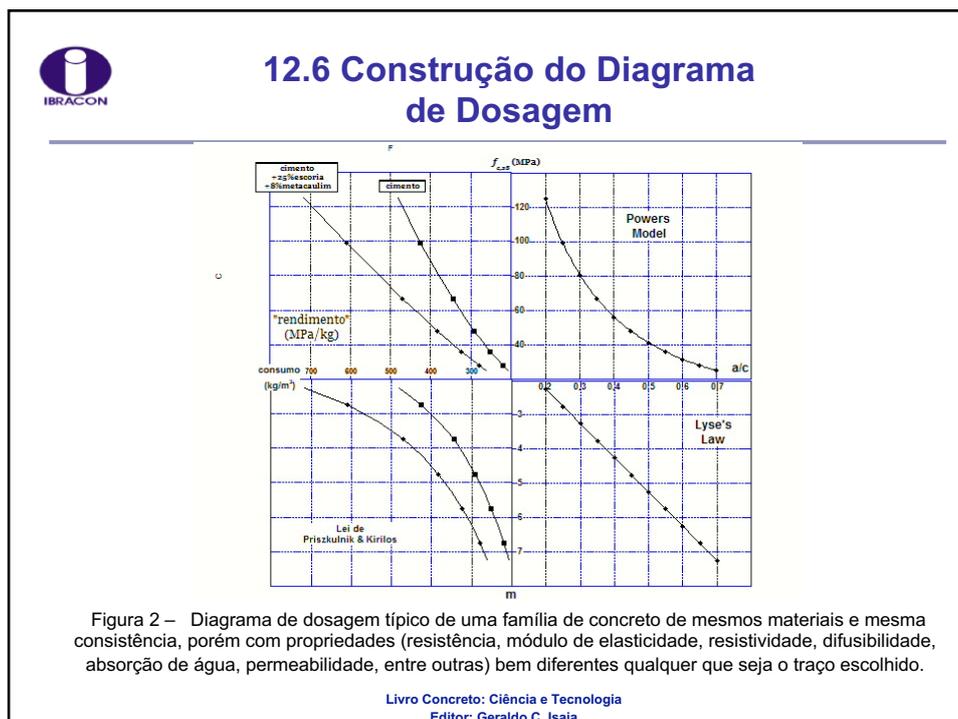
32



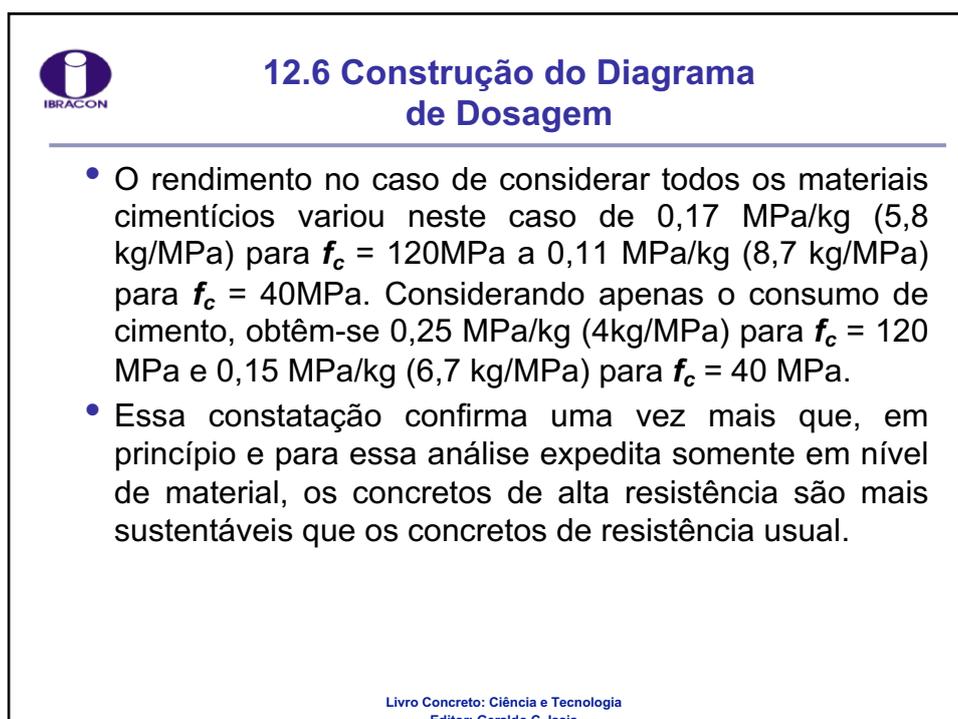
33



34



35



36



12.6 Construção do Diagrama de Dosagem

12.6.2 Curva de custo no Diagrama de Dosagem

- Além de todas as curvas mencionadas, ainda pode-se incluir a **curva de custo** dos concretos, no quarto quadrante, correlacionando o custo com a resistência à compressão. Este procedimento, introduzido nos anos 70 em uma disciplina da pós-graduação da POLI pelos professores Paulo Helene e Carlos Tango, está descrito com detalhes em Tutikian (2007). Na figura a seguir é mostrado um exemplo típico do descrito.

Livro Concreto: Ciência e Tecnologia
Editor: Geraldo C. Isaia

37



12.6 Construção do Diagrama de Dosagem

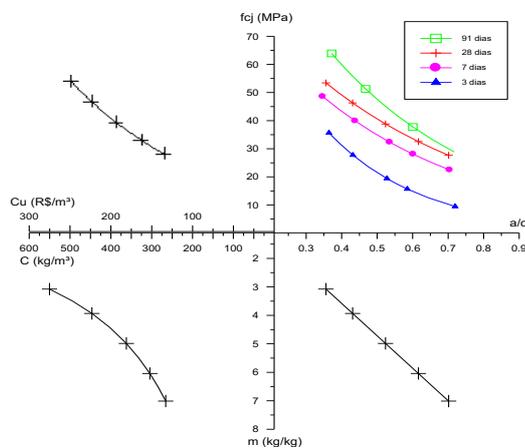


Figura 3 – Diagrama de Dosagem com a curva de custo no quarto quadrante, correlacionando resistência à compressão e custo de concreto por metro cúbico. O gráfico deve sempre ser utilizado no sentido horário a partir da curva de custo e para aproximações.

Livro Concreto: Ciência e Tecnologia
Editor: Geraldo C. Isaia

38



12.6 Construção do Diagrama de Dosagem

- Observa-se que o eixo negativo X é utilizado para representar o consumo de cimento por m³ de concreto e o custo, em reais por m³. Este tipo de análise é muito importante para todos os casos, pois uma dosagem eficiente é aquela que chega ao traço de concreto para suprir as necessidades técnicas ao menor custo possível. Em locais onde há situações específicas, como no caso do Norte do Brasil, onde o custo do agregado graúdo é elevado em comparação a outras regiões, esta análise é fundamental. Por isso, uma curva de custo fornece uma resposta rápida ao profissional responsável pela dosagem, permitindo que haja uma velocidade de resposta rápida aos desafios particulares.

Livro Concreto: Ciência e Tecnologia
Editor: Geraldo C. Isaia

39



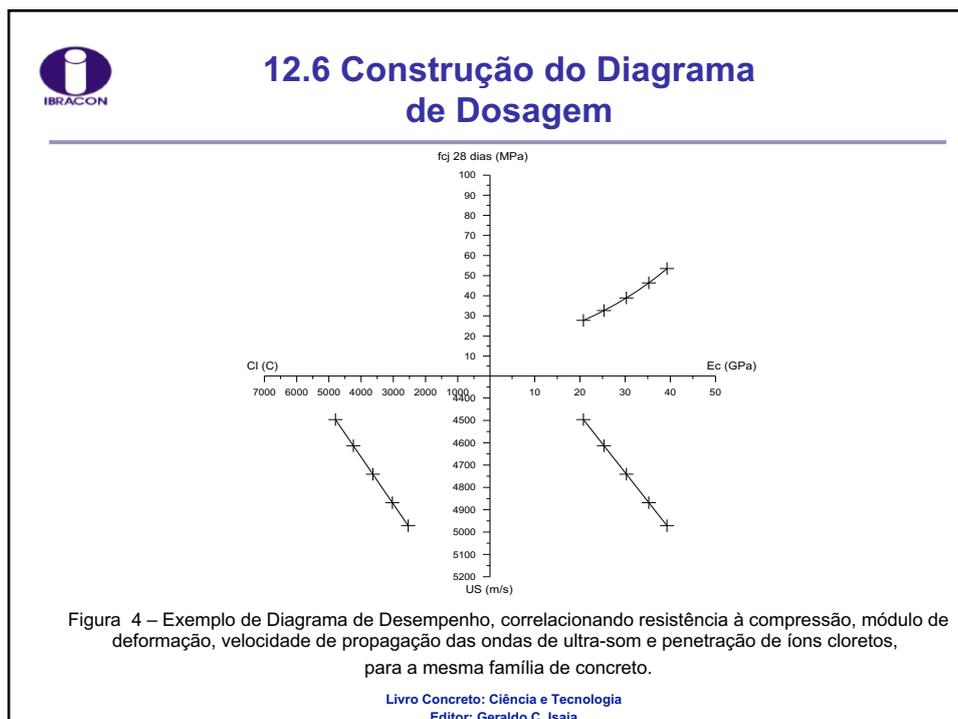
12.6 Construção do Diagrama de Dosagem

12.6.3 Diagrama de Desempenho

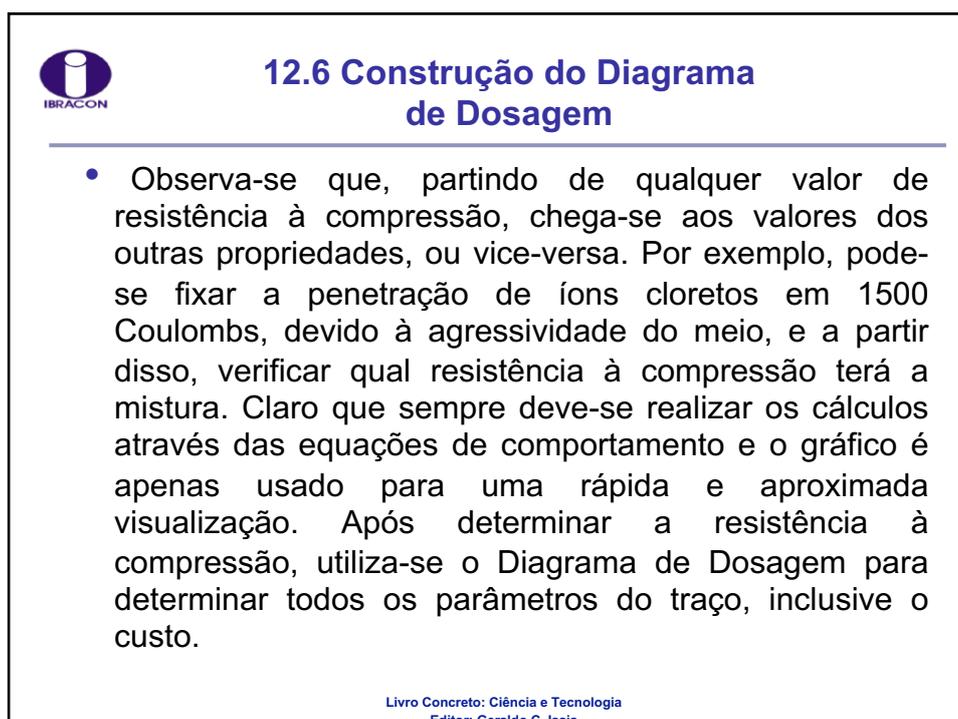
- Outra possibilidade para o profissional responsável pela dosagem de um concreto é a realização de um **Diagrama de Desempenho**, também descrito com detalhes em Tutikian (2007). Esse diagrama permite a plotagem no mesmo gráfico da resistência à compressão junto com outras propriedades mecânicas e de durabilidade, como o módulo de deformação, a resistência à tração, entre outros. Similarmente, Isaia (1995) apresenta esquema semelhante para dosagem em função de propriedades da durabilidade, para concreto com adições minerais. Um exemplo deste diagrama encontra-se na figura a seguir.

Livro Concreto: Ciência e Tecnologia
Editor: Geraldo C. Isaia

40



41



42



12.6 Estudo de Dosagem para fins de Pesquisas

- Um estudo de dosagem de concreto é necessário e conveniente para a maioria dos trabalhos de pesquisa experimental, de tal sorte que o tema é amplamente estudado nos diferentes centros de ensino e pesquisa do país.
- Recomenda-se para a pesquisa de uma determinada propriedade do concreto, por exemplo, o módulo de elasticidade ou resistência à tração por compressão diametral ou qualquer outra propriedade, que seja realizado um estudo de dosagem com, pelo menos, cinco traços.

Livro Concreto: Ciência e Tecnologia
Editor: Geraldo C. Isaia

43



12.7 Estudo de Dosagem para fins de Pesquisas

- Utilizam-se os três traços já apresentados (intermediário mais dois auxiliares, todos de mesma consistência) e moldam-se corpos-de-prova para mais dois traços especiais de mesma a/c do traço intermediário (porém consistência variável). Assim tem-se: 1: m-1; 1:m:a/c; 1:m+1; 1:m-1:a/c; 1:m+1:a/c.
- Como referência histórica, pode-se recomendar a consulta a Helene (1987) e Monteiro, Helene & Kang (1993). É comum verificar na literatura que um plano inadequado de dosagem pode conduzir a conclusões equivocadas e contraditórias.

Livro Concreto: Ciência e Tecnologia
Editor: Geraldo C. Isaia

44



12.8 Estudo de Dosagem para fins de Pesquisas

12.8.1 Método do ACI

- Atualmente, o método do *American Concrete Institute*, conhecido por ACI 211.1-91 (*REAPPROVED*, 2009), denominado *Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete* considera tabelas e gráficos elaborados a partir de valores médios de resultados experimentais. O método abrange uma classe de resistência à compressão do concreto, aos 28 dias de idade, entre 15 MPa e 40 MPa e relações *a/c* de 0,39 a 0,79. A consistência do concreto fresco para bons resultados do método deve estar de plástica (50 mm) à fluída (150 mm).

Livro Concreto: Ciência e Tecnologia
Editor: Geraldo C. Isaia

45



12.8 Estudo de Dosagem para fins de Pesquisas

12.8.2 Método de De Larrard

- Trata-se de um método para composição, em princípio, de qualquer tipo de concreto, de resistência normal, de alto desempenho, com pós-reativos, jateado, autoadensável, compactado a rolo e de diferentes densidades.
- François De Larrard (1990) é um pesquisador francês e seu método se baseia no empacotamento de partículas, visando à máxima compacidade possível e diminuição do risco de segregação, para otimização da mistura granular seca, recuperando muito das idéias dos tradicionais métodos de granulometria descontínua do início do século XX.

Livro Concreto: Ciência e Tecnologia
Editor: Geraldo C. Isaia

46



12.8 Estudo de Dosagem para fins de Pesquisas

12.8.3 Método de Vitervo O'Reilly

- Trata-se de um método para composição, em princípio, de qualquer tipo de concreto, principalmente concretos correntes e concretos de alta resistência. O método tem forte base experimental e está focado na economia de cimento.
- Vitervo O'Reilly (1998) é um pesquisador cubano, que já esteve no Brasil várias vezes, tendo seus cursos nos Congressos do IBRACON a maior audiência entre todos os cursos oferecidos nos últimos 10 anos. Seu método foi desenvolvido na década de 80 e publicado em vários países: Cuba, Espanha, México, Colômbia, Vietnam, China, Brasil, entre outros.

Livro Concreto: Ciência e Tecnologia
Editor: Geraldo C. Isaia

47



12.9 Concretos Especiais

- Concretos especiais são aqueles que apresentam características específicas para atender às necessidades das obras onde os concretos convencionais não podem ser aplicados. Eles melhoram as deficiências do concreto convencional ou incorporam propriedades não usuais ao material correntemente utilizado.

Livro Concreto: Ciência e Tecnologia
Editor: Geraldo C. Isaia

48



12.9 Concretos Especiais

12.9.1 Concreto de Alta Resistência (CAR ou HSC)

- Consideram-se concretos de alta resistência CAR (ou HSC, *high strength concrete*) os concretos que superam a resistência à compressão de 50 MPa aos 28 dias de idade. Para obter essas resistências, é necessário que sejam compactos e apresentem reduzida microfissuração, razão por que muitas vezes são confundidos com concretos de alto desempenho CAD (ou HPC, *high performance concrete*).
- Na realidade, entende-se por HPC ou CAD todos os concretos que tenham alguma propriedade acima das usuais, não necessariamente somente a resistência.

Livro Concreto: Ciência e Tecnologia
Editor: Geraldo C. Isaia

49



12.9 Concretos Especiais

Edifício e-Tower: Record em resistência dos pilares de concreto pigmentado



Fotos: PhD Engenharia & Consultoria

Livro Concreto: Ciência e Tecnologia
Editor: Geraldo C. Isaia

50



12.9 Concretos Especiais

12.9.2 Concreto Autoadensável (CAA ou SCC)

- O conceito de concreto auto-adensável CAA (SCC, *self-compacting concrete*) foi introduzido pelo Prof. Okamura (OUCHI *et al.*, 1997) da Universidade de Tóquio em 1986 com o objetivo de aumentar a durabilidade e a confiabilidade das estruturas de concreto, ao mesmo tempo em que reduzia o ruído durante o lançamento e adensamento do concreto nas obras.

Livro Concreto: Ciência e Tecnologia
Editor: Geraldo C. Isaia

51



12.9 Concretos Especiais

Consistência do CAA:



Foto: Carlos Brites

Livro Concreto: Ciência e Tecnologia
Editor: Geraldo C. Isaia

52



12.9 Concretos Especiais

12.9.3 Concreto Aparente, Colorido e Branco

- O uso do concreto aparente, seja ele cinza, colorido ou branco agrega várias vantagens para a engenharia, tais como valor estético, originalidade, desenvolvimento tecnológico, durabilidade e preservação do meio ambiente. Além de economia para a obra, devido à agilidade e menor tempo com manutenção, pois dispensa a aplicação de revestimento. No entanto exige-se um maior controle tecnológico e alguns cuidados especiais, principalmente na produção do concreto e execução da estrutura.

Livro Concreto: Ciência e Tecnologia
Editor: Geraldo C. Isaia

53



12.9 Concretos Especiais

Corpos de prova de concreto colorido:



Foto: Karina Cavalcante

Livro Concreto: Ciência e Tecnologia
Editor: Geraldo C. Isaia

54



12.9 Concretos Especiais

12.9.4 Concreto sustentável

- Os estudos de concreto sustentável incluem todos aqueles que consigam reduzir a emissão de gases prejudiciais na atmosfera durante a fabricação dos cimentos, ou que se preste a consumir rejeitos industriais, inclusive entulho da própria construção. Os princípios e procedimentos do método de dosagem IBRACON se aplicam perfeitamente, tomando-se os cuidados de bem elaborar os procedimentos de preparação dos rejeitos e entulhos reciclados a serem incorporados ao concreto.

Livro Concreto: Ciência e Tecnologia
Editor: Geraldo C. Isaia