

Eixo Temático ET-08-005 - Outros

**ANÁLISE COMPARATIVA DA COMPOSIÇÃO DOS INSUMOS
ARGAMASSA E CONCRETO**Ana Alice Quintans de Araujo¹, Alisson José de Lima Silva¹,
Ruth Silveira do Nascimento³, Rui de Oliveira³¹Engenheira Civil, Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental - UEPB.²Graduando em Licenciatura em Geografia - UEPB.³Prof. Dr. do Departamento de Engenharia Ambiental - UEPB.**RESUMO**

Toda obra necessita inicialmente de um planejamento adequado e, principalmente, quando se trata das questões econômicas e segurança. Tal organização deve ser feita também para determinar a viabilidade de determinada obra através de seu custo final. Pode-se obter um valor total para a construção a partir da utilização de softwares, pelo método ABCP (Associação Brasileira de Cimento Portland), boletim de custos ou, a partir da Tabela de Composições e Preços para Orçamentos (TCPO). Sendo este último um dos mais utilizados, servindo até de base para a criação de grande parte dos softwares. Existem inúmeros insumos, ou materiais, que são utilizados para a realização de obras civis, os mais utilizados, entretanto, são o concreto e a argamassa, usados desde o início ao fim da obra. A partir disto, torna-se primordial uma avaliação precisa na escolha e utilização destes materiais, por isso uma análise comparativa para descoberta do melhor custo-benefício é de grande importância não só para o aspecto econômico, bem como para a questão ambiental, haja vista que para a fabricação destes elementos são utilizados vários recursos naturais, inclusive a água. Diante do exposto, este trabalho objetiva comparar as composições de argamassa e concreto para um mesmo traço através de três formas: Cálculo através de dosagem experimental, TCPO e Boletim de Custos. Após toda análise comparativa da composição e consumos obtidos para os traços da argamassa e do concreto, é possível concluir que realmente existe grande diferença nos resultados obtidos quando comparados com as tabelas. Porém, foi visto também que o cimento é o fator que possui uma menor variação na quantidade de ambos os traços, fato este que retrata maior credibilidade aos resultados obtidos em geral. Portanto, verifica-se que o método mais confiável da dosagem experimental é da ABCP.

Palavras-chave: Análise de traços; Concreto; Argamassa; Tabela de Composições e Preços para Orçamentos; Boletim de Custos.

INTRODUÇÃO

Toda obra necessita inicialmente de um planejamento adequado e, principalmente, quando se trata das questões econômicas e segurança. Tal organização deve ser feita também para determinar a viabilidade de determinada obra através de seu custo final.

Pode-se obter um valor total para a construção a partir da utilização de softwares, pelo método ABCP (Associação Brasileira de Cimento Portland), boletim de custos ou, a partir da Tabela de Composições e Preços para Orçamentos (TCPO). Sendo este último um dos mais utilizados, servindo até de base para a criação de grande parte dos softwares.

Existem inúmeros insumos, ou materiais, que são utilizados para a realização de obras civis, os mais utilizados, entretanto, são o concreto e a argamassa, usados desde o início ao fim da obra. A partir disto, torna-se primordial uma avaliação precisa na escolha e utilização destes materiais, por isso uma análise comparativa para descoberta do melhor custo-benefício é de grande importância não só para o aspecto econômico, bem como para a questão ambiental, haja

vista que para a fabricação destes elementos são utilizados vários recursos naturais, inclusive a água.

Segundo a NBR 13281 (ABNT, 2005), argamassa é a mistura homogênea composta por agregado miúdo (areia fina, areia média, etc), o cimento como aglomerante, e água. Em alguns casos, costuma-se adicionar outro material como cal e outros aditivos para a obtenção de propriedades especiais.

Através dos mesmos materiais utilizados para produção da argamassa, adiciona-se o agregado graúdo na composição para obtenção do concreto. Os concretos podem ser dosados através do método empírico (dosagem não-experimental) ou através do método racional (dosagem experimental).

OBJETIVO

Comparar as composições de argamassa e concreto para um mesmo traço calculado com os encontrados no TCPO e Boletim de Custos.

METODOLOGIA

A comparação das composições de argamassa e concreto foi executada da seguinte forma; primeiro foi calculada a dosagem experimental e posteriormente teve seu valor comparado com os encontrados no TCPO e Boletim de Custos Para utilizar o método de dosagem experimental foi necessário a adoção de valores como a caracterização dos compostos:

I. Cimento:

Tipo: CP II – F32

MER (Massa específica real): 3100kg/m³

Resistencia Normal à 28 dias: 32Mpa

II. Agregado miúdo:

Diâmetro máximo: 4,8mm

MF (Modulo de Finura): 2,69

MER: 2590 kg/m³

MUS (Massa Unitária Seca): 1522 kg/m³

III. Agregado graúdo:

Diâmetro máximo: 25,4mm

MF: 7,04

MER: 2640 kg/m³

MUS: 1370 kg/m³

MUC: 1469 kg/m³

IV. Dados do concreto:

Fck: 25 MPa

Abatimento 40 – 60 mm

Tipo de Obra: Concreto estrutural

Controle de Qualidade: Razoável (Sd = 5,5MPa)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os materiais que compõem a argamassa são os agregados miúdo, cimento e água, no concreto há o acréscimo do agregado graúdo. Os agregados de uso constante da construção civil são areia (agregado miúdo) e brita (agregado graúdo) e embora tenham ganho maior importância na composição do concreto a pouco tempo, podem influenciar nas modificações ao longo do tempo nas estruturas, e comparados ao aglomerante cimento, são considerados de baixo custo no traço final.

I. DOSAGEM DO CONCRETO

Tendo como base a escolha do TCPO, que a resistência do concreto à compressão simples aos 28 dias, possui um f_{ck} de 25MPa, então:

$$\begin{aligned} f_{c28} &= f_{ck} + 1,65 * S_d \\ f_{c28} &= 25 + 1,65 * 5,5 \\ f_{c28} &= 34\text{MPa} \end{aligned}$$

Para o cálculo da dosagem, tem-se:

- a) Determinação do fator água/cimento(a/c).

Já conhecidos os valores de resistência do cimento (32MPa), e a resistência média do concreto ($f_{c28} = 34\text{MPa}$); utiliza-se o gráfico da Figura 1 para a determinação da relação a/c e obtém-se, portanto, o valor: $f_{a/c} = 0,47$.

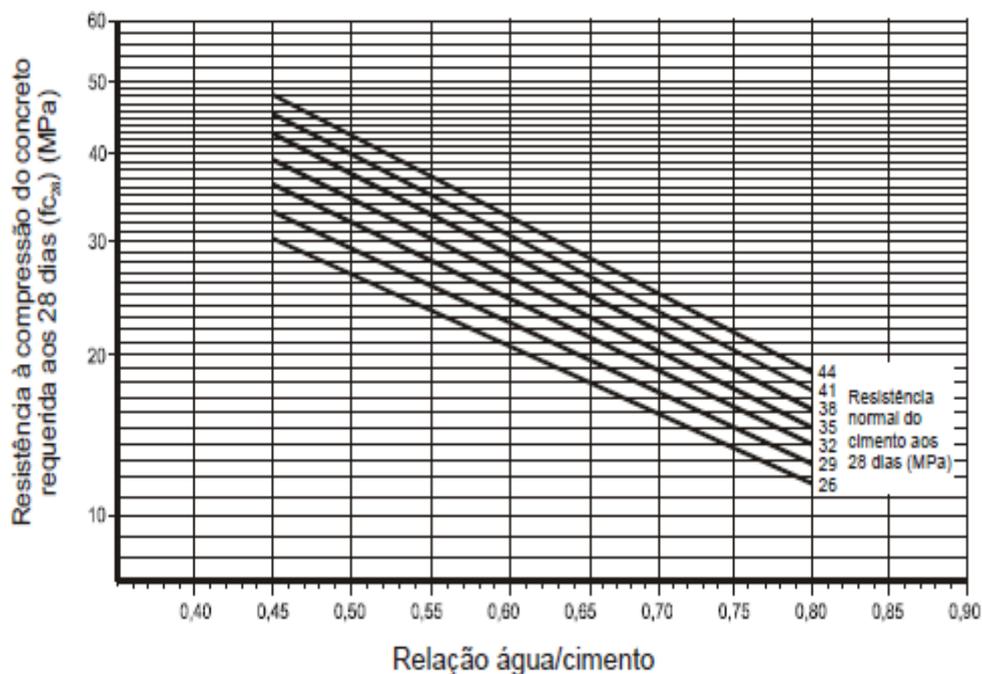


Figura 1. Determinação da relação a/c em função das resistências do concreto e cimento aos 28 dias. Fonte: Melo et al. (2004).

b) Determinação do consumo de água (Ca):

Já conhecidos o diâmetro máximo do agregado graúdo (25,4mm) e o abatimento (40-60 mm), utiliza-se a Tabela 1 para obtenção do consumo de água, que para este caso é; Ca = 190 Lm³.

Tabela 1. Consumo de água em L/m³.

Abatimento do tronco de cone (mm)	Dimensão máxima característica do agregado graúdo (mm)				
	9,5	190	25,0	32,0	38,0
40 a 60	220	192	190	185	180
60 a 80	225	200	195	190	185
80 a 100	230	205	200	195	190

Fonte: Gonçalves (2007).

c) Determinação do consumo de cimento (Cc):

$$C_c = \frac{C_a}{f_{a/c}}$$

$$C_c = \frac{190}{0,47}$$

$$C_c = 404 \text{ kg/m}^3.$$

d) Determinação do consumo de agregado graúdo (Cb):

Conhecendo-se o módulo de finura da areia (MF = 2,69), e o diâmetro máximo do agregado graúdo (25,4mm); utiliza-se o Tabela 2 e, por meio de interpolação, obtém-se o volume de agregado graúdo: Vb = 0,706.

Tabela 2. Volume do agregado graúdo.

MF	Dimensão máxima (mm)				
	9,5	19,0	25,0	32,0	38,0
1,8	0,645	0,770	0,795	0,820	0,845
2,0	0,625	0,750	0,775	0,800	0,825
2,2	0,605	0,730	0,755	0,780	0,802
2,4	0,585	0,710	0,735	0,760	0,785
2,6	0,565	0,690	0,715	0,740	0,765
2,8	0,545	0,670	0,695	0,720	0,745
3,0	0,525	0,650	0,675	0,700	0,725
3,2	0,505	0,630	0,655	0,680	0,705
3,4	0,485	0,610	0,635	0,660	0,685
3,6	0,465	0,590	0,615	0,640	0,665

Fonte: Gonçalves (2007).

Logo, o consumo de agregado é dado pela expressão:

$$C_b = V_b * MUC$$

$$C_b = 0,706 * 1469$$

$$C_b = 1037 \text{ kg/m}^3.$$

e) Determinação do consumo de agregado miúdo (Cm):

Conhecendo-se, portanto, os valores $C_c = 404 \text{ kg/m}^3$, $C_a = 190 \text{ l/m}^3$, $C_b = 1037 \text{ kg/m}^3$ e a massa específica real de cada material, é possível obter o volume de agregado miúdo através da expressão:

$$V_m = 1 - \frac{404}{3100} + \frac{190}{1000} + \frac{1037}{2640}$$

$$V_m = 0,287.$$

Logo, o consumo de agregado é dado por:

$$\begin{aligned} C_m &= V_m * \text{MER} \\ C_m &= 0,287 * 2590 \\ C_m &= 743 \text{ kg/m}^3. \end{aligned}$$

No tocante a análise da argamassa, foi necessário fazer uma divisão; foram realizados dois traços denominados de argamassa 1 e argamassa 2, isto porque não foi possível manter o mesmo traço em comum no TCPO e Boletim de Custo. Portanto, foram realizadas duas comparações; argamassa 1 versus TCPO e argamassa 2 versus Boletim de Custo.

II. DOSAGEM DA ARGAMASSA 1:

$$\begin{array}{l} \text{Fa/c} = 0,6 \\ Y_a^{\text{cal}} = 1700 \text{ kg/cm}^3 = 1,70 \text{ g/cm}^3 \\ Y_c^{\text{cimento}} = 2970 \text{ kg/cm}^3 = 2,97 \text{ g/cm}^3 \\ Y_b^{\text{areia}} = 2650 \text{ kg/cm}^3 = 2,65 \text{ g/cm}^3 \\ \delta_c^{\text{cimento}} = 1500 \text{ kg/m}^3 \\ \delta_a^{\text{cal}} = 640 \text{ kg/m}^3 \\ \delta_b^{\text{areia}} = 1280 \text{ kg/m}^3 \end{array} \left. \begin{array}{l} \left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \end{array} \right\} \text{Peso Específico} \\ \left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} \text{Massa específica} \end{array} \right\}$$

Traço escolhido: 1:2:6

a) Consumo de água:

$$\begin{aligned} C_a &= 0,03 * 2970 \\ C_a &= 89,1 \text{ kg/m}^3. \end{aligned}$$

b) Quantidade do Material seco: $2970 - 89,1 = 2880,9 \text{ kg/m}^3$.

c) Traço da argamassa (1+2+6 = 9):

$$\begin{aligned} \text{Cimento: } &(1500*1)/9 = 166,67 \text{ kg/m}^3 \\ \text{Cal: } &(640*2)/9 = 142,22 \text{ kg/m}^3 \\ \text{Areia: } &(1280*6)/9 = 853,33 \text{ kg/m}^3. \end{aligned}$$

III. DOSAGEM DA ARGAMASSA 2:

$$\begin{array}{l} \text{fa/c} = 0,6 \\ Y_a^{\text{cal}} = 1700 \text{ kg/cm}^3 = 1,70 \text{ g/cm}^3 \\ Y_c^{\text{cimento}} = 2970 \text{ kg/cm}^3 = 2,97 \text{ g/cm}^3 \\ Y_b^{\text{areia}} = 2650 \text{ kg/cm}^3 = 2,65 \text{ g/cm}^3 \end{array} \left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} \text{Peso Específico}$$

$$\left. \begin{array}{l} \delta_c^{\text{cimento}} = 1500 \text{ kg/m}^3 \\ \delta_a^{\text{cal}} = 640 \text{ kg/m}^3 \\ \delta_b^{\text{areia}} = 1280 \text{ kg/m}^3 \end{array} \right\} \text{ Massa específica}$$

Traço escolhido: 1 : 4 : 4

a) Consumo de água:

$$Ca = 0,03 * 2970$$

$$Ca = 89,1 \text{ kg/m}^3.$$

b) Quantidade do Material seco: $2970 - 89,1 = 2880,9 \text{ kg/m}^3$.

c) Traço da argamassa (1+4+4 = 9)

$$\text{Cimento: } (1500*1)/9 = 166,67 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Cal: } (640*4)/9 = 284,44 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Areia: } (1280*4)/9 = 568,89 \text{ kg/m}^3.$$

RESULTADOS

Com base nos cálculos anteriores, nos itens a seguir são expostos os resultados de maneira organizada e resumida das dosagens do concreto e argamassas 1 e 2.

I. DOSAGEM DO CONCRETO

Determinou-se os consumos de água, cimento, agregado graúdo, e agregado miúdo, pode-se agora escrever o traço da dosagem de concreto através da seguinte expressão (traço em peso unitário com relação ao cimento):

$$\frac{Cc}{Cc} : \frac{Cm}{Cc} : \frac{Cb}{Cc} : \frac{Ca}{Cc}$$

$$\frac{404}{404} : \frac{743}{404} : \frac{1037}{404} : \frac{190}{404}$$

$$1 : 1,84 : 2,56 : 0,47$$

II. DOSAGEM DA ARGAMASSA 1

$$\text{Água} = 89,1 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Cimento} = 166,67 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Areia} = 853,33 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Cal} = 142,22 \text{ kg/m}^3$$

III. DOSAGEM DA ARGAMASSA 2

$$\text{Água} = 89,1 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Cimento} = 166,67 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Areia} = 568,89 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Cal} = 284,44 \text{ kg/m}^3$$

Comparando as quantidades requeridas para a fabricação dos insumos entre os valores calculados e os obtidos a partir das tabelas dos TCPO e do Boletim de Custos, tem-se que:

I. Comparação para o concreto:

a) Quantidades calculadas:

Água = 190 l/m³
Cimento = 404 kg/m³
Brita = 1037 kg/m³
Areia = 743 kg/m³

b) Quantidades obtidas através do TCPO pela tabela 03310.8.1.21:

Cimento = 349 kg
Brita = 836 m³
Areia = 867 m³

c) Boletim de custos:

Cimento = 324 m³
Areia = 0,531 m³
Brita = 0,796 m³

II. Comparação para a argamassa 1:

a) Quantidades calculadas:

Cimento = 166,67 kg
Areia = 853,33kg/m³

b) Quantidades obtidas através do TCPO pela tabela 04060.8.1.83:

Cimento = 243 kg
Areia = 1,22 m³

III. Comparação para a argamassa 2:

a) Quantidades calculadas:

Cimento = 166,67 kg
Areia = 853,33kg/m³

b) Quantidades obtidas através do TCPO pela tabela 04060.8.1.61:

Cimento = 230 kg
Areia = 0,77 m³

c) Boletim de custos:

Cimento = 325 m³
Areia = 1 m³

Logo, a partir da comparação feita entre as quantidades calculadas e as encontradas nos demais métodos, é possível perceber diferenças significativas tanto com relação ao concreto como em relação a argamassa.

Na comparação do concreto referindo-se ao cimento, tem-se uma variação de 14% entre o valor calculado e o encontrado no TCPO, e de 7% do encontrado no Boletim de Custo. No caso da brita, a variação é de 19,4% entre o traço calculado e o TCPO. Acredita-se que tal diferença se deve ao fato dos dados fornecidos para os cálculos que não serem resultantes de uma análise laboratorial para a comparação em questão, fato esse que não fornece um resultado seguro fazendo uso destes parâmetros de comparação para os cálculos de consumo dos materiais.

CONCLUSÃO

Após toda análise comparativa da composição e consumos obtidos para os traços da argamassa e do concreto, foi possível concluir que realmente existe grande diferença nos resultados obtidos quando comparados com as tabelas. Porém, foi verificado também que o cimento é o fator que possui uma menor variação na quantidade de ambos os traços, fato este que retrata maior credibilidade aos resultados obtidos em geral.

Portanto, verifica-se que o método mais confiável da dosagem experimental é da ABCP, todavia, o uso do TCPO e o Boletim de Custo podem ser utilizados para pequenos quantitativos. Constata-se também que o estudo do quantitativo tem grande significância para o meio ambiente, ao passo que impacta diretamente na utilização dos recursos hídricos.

REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13281:2005 - Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - requisitos**. Rio de Janeiro, ABNT, 2005.

COSTA, C. R. V. **Tecnologia do Concreto** – Parte II, 1998.

GONÇALVES, J. P. Utilização do resíduo da indústria cerâmica para produção de concretos. **Revista Escola de Minas**, v. 60, n. 4, 2007.

LUCENA, L. C. **Apostila de Materiais de Construção**. Campina Grande: Ed. UFCG, 2005.

MELO, K. A.; MARTINS, V. C.; PRUDÊNCIO Jr., L. R.; REPETTE, W. L. Curvas de Abrams para concretos produzidos com os principais tipos de cimento e agregados empregados na região de Florianópolis. Em: Anais do 46º Congresso Brasileiro do Concreto, 2004, Florianópolis, 2004.

STABILE, M. **Composições Analíticas de Custos**. 3. ed. 1989.

TCPO - Tabelas de Composição de Preços e Orçamentos. 13. ed. São Paulo: Pini, 2008.