

## DESENVOLVIMENTO DE UM SOFTWARE PARA DOSAGEM DE CONCRETO

MAURO ROSA DE BRITTO<sup>1</sup>; WACTOR SELL TIMM<sup>2</sup>  
LÓREN FERREIRA CRUZ<sup>2</sup>; GUILHERME HÖEHR TRINDADE<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Universidade Federal de Pelotas – maurobritto@gmail.com*

<sup>2</sup>*Universidade Federal de Pelotas – wactortimm@hotmail.com*

<sup>2</sup>*Universidade Federal de Pelotas – loren.fcruz@gmail.com*

<sup>3</sup>*Universidade Federal de Pelotas – guihoehr@gmail.com*

### 1. INTRODUÇÃO

O concreto é o segundo material mais utilizado pela humanidade, perdendo apenas para a água. Entretanto não é encontrado na natureza, sendo gerado a partir da mistura adequada de certos elementos. Para a elaboração racional do concreto é necessária a realização de um estudo de dosagem (DINIZ, 2009).

A dosagem dos concretos de cimento Portland consiste em procedimentos e cálculos que visam obter a melhor proporção entre os materiais constituintes do concreto, com o intuito de alcançar a combinação mais econômica e que ao mesmo tempo possua características capazes de atender os requisitos de projeto. São passíveis de uso em estudos de dosagem elementos como os vários tipos de cimento, os agregados miúdos, os agregados graúdos, a água, o ar incorporado, os aditivos, as adições, os pigmentos e as fibras. A proporção ideal desses elementos é conhecida como traço do concreto e deve, preferivelmente, estar expressa em massa seca dos materiais (ISAIA, 2011).

A definição de métodos de dosagem tem início na segunda metade do Século XIX. O primeiro estudo de proporcionamento racional de materiais foi desenvolvido por René Ferét em 1896 (FERRARI, 1968). Em 1918, foi executado um experimento com mais de 50.000 corpos de prova de concreto, dando origem a Lei de Abrams, que relaciona a resistência do concreto à quantidade de água adicionada na mistura (HELENE, TERZIAN, 1992; ISAIA, 2011; NEVILLE, 2015). No Brasil, em 1927, Ary Frederico Torres publica um boletim chamado Dosagem de Concretos, confirmando os modelos internacionais mencionados. Desde então, vários estudos evoluíram a tecnologia do concreto, aperfeiçoando e gerando novos métodos de dosagem. Atualmente, um dos processos mais respeitados do país é o Método IBRACON, que possui forte caráter experimental e exige a elaboração de vários traços distintos a partir dos quais é possível criar um Diagrama de Dosagem (ISAIA, 2011).

Nas últimas décadas, a evolução concentrou-se na simplificação dos parâmetros existentes, além da maior preocupação com a sustentabilidade, buscando sempre aliar eficiência econômica e diminuição do impacto ambiental. Entretanto, no Brasil não existem métodos de dosagem padronizados por normas, deixando a critério do projetista a adoção do método mais conveniente (ANGULO e FIGUEIREDO, 2011).

Uma boa dosagem pode trazer benefícios econômicos e ambientais. Estima-se que uma redução de 5 kg de cimento por metro cúbico de concreto aplicada em todas as usinas de dosagem de concreto brasileiras durante um ano, evitaria a liberação de cerca 100.000 toneladas de dióxido de carbono na atmosfera no mesmo período (ISAIA, 2011).

Diante do exposto, este trabalho busca o desenvolvimento de um software de auxílio à dosagem de concreto, com a finalidade de agilizar a obtenção de um traço unitário e do consumo de materiais por volume de concreto, automatizando os cálculos, possibilitando a redução das operações manuais e mitigando erros humanos

no processo. Além disso, o programa deve permitir a exportação dos resultados em formato para impressão, próprio para consulta imediata no local da obra.

## 2. METODOLOGIA

Para o desenvolvimento do software adotou-se a linguagem de programação Delphi, devido a sua praticidade, agilidade e desempenho na criação de aplicações com interface gráfica amigável. Nessa primeira versão o programa roda sobre sistema operacional Windows. Os algoritmos implementados automatizam os cálculos analíticos existentes no Método IBRACON. Assim, para a determinação do teor de argamassa ( $\alpha$ ) foi utilizada a Equação 1, vista baixo.

$$\alpha = \frac{1+a}{1+m} \quad (1)$$

Já a relação água / materiais secos (H) foi calculada a partir da Equação 2.

$$H = \frac{a/c}{(1+m)} \quad (2)$$

O consumo de cimento em quilograma por metro cúbico de concreto (C) foi estabelecido através da utilização da Equação 3.

$$C = \frac{\gamma}{1+a+p+\frac{a}{c}} \quad (3)$$

Onde:

- $\gamma$  = massa específica do concreto, medida em  $\text{kg/m}^3$ ;
- $a/c$  = relação água/cimento em massa em  $\text{kg/kg}$ ;
- $a$  = relação agregado miúdo seco/cimento em massa em  $\text{kg/kg}$ ;
- $m = a + p$  = relação agregados secos/cimento em massa em  $\text{kg/kg}$ ;
- $p$  = relação agregado graúdo seco/cimento em massa em  $\text{kg/kg}$ ;

A interface foi elaborada de forma que o usuário inicie o processo fornecendo a massa específica do cimento e dos agregados. Na sequência é preciso preencher os campos referentes às relações percentuais, sendo elas a relação água/cimento, teor de argamassa, relação água/materiais secos e teor de ar incorporado no concreto.

Para cada entrada digitada pelo usuário foi programada uma verificação automática, onde o software avalia se o valor informado está dentro do intervalo de valores aceitáveis segundo a literatura. Dessa maneira evita-se que erros crassos e problemas de digitação levem ao cálculo de uma dosagem equivocada. Depois das verificações o usuário tem a opção de salvar os dados de entrada no disco rígido do computador para uso futuro na elaboração de outro traço com características similares.

Após os valores serem validados o software permite calcular o traço unitário e o consumo de cimento, areia, brita e água por metro cúbico de concreto. Criou-se a opção de o utilizador visualizar as informações diretamente na interface do programa ou então gerar um relatório em formato para a impressão, que uma vez impresso facilita o posterior uso em obra. A sequência lógica de uso do programa com as respectivas interações entre usuário e software é apresentada no fluxograma da Figura 1.

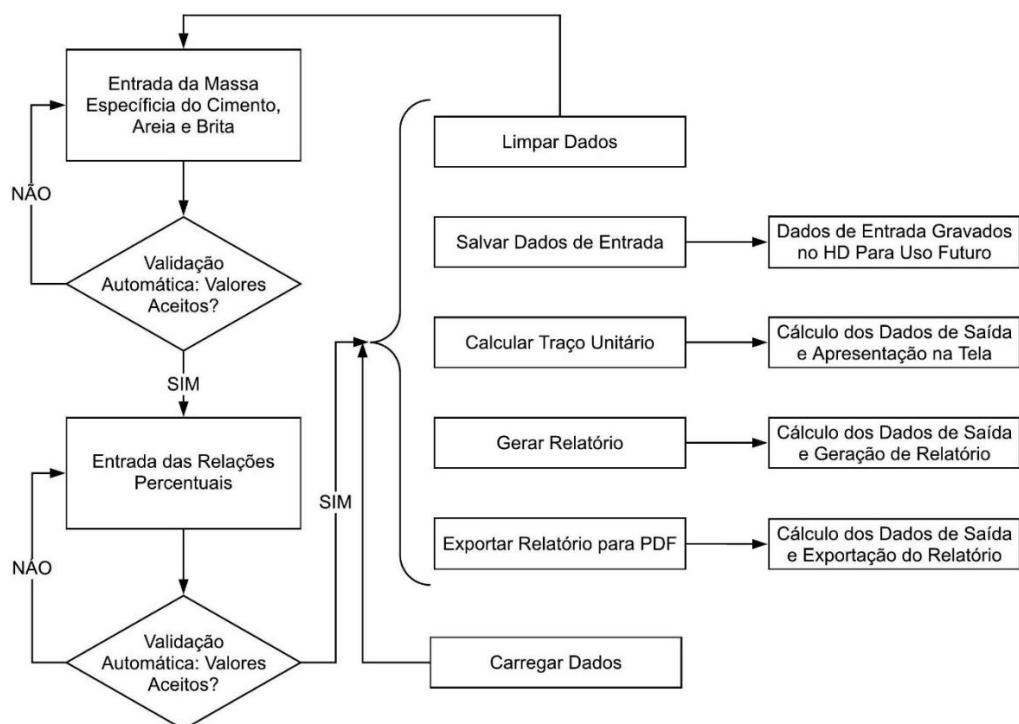


Figura 1: Fluxograma de uso.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A implementação do programa foi bem-sucedida, a aplicação já está sendo utilizada por alunos participantes do grupo IEMACS da UFPel, em referência ao grupo foi dado o nome de CIEMACS Dosagem. A interface se mostrou bastante intuitiva e prática. Após testes com diferentes disposições de elementos, optou-se pelo layout visto na Figura 2. Seu uso tem agilizado a elaboração de dosagens de concreto e diminuído erros de cálculo. Os primeiros traços elaborados pelo software foram coerentes com as características esperadas.

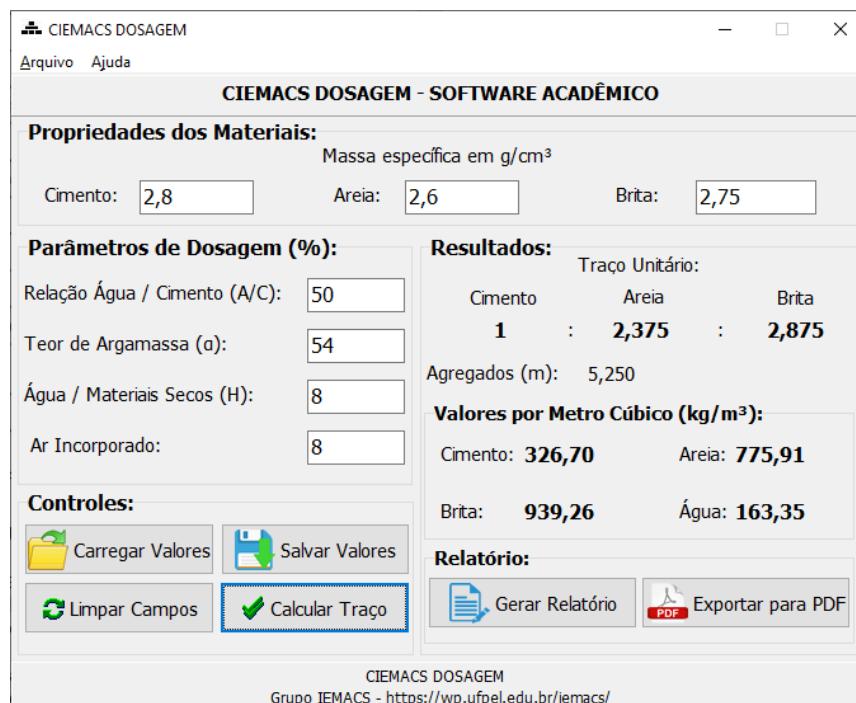


Figura 2: Interface do programa de dosagem.

## 4. CONCLUSÕES

O presente trabalho trouxe modernização e automação na forma de dosar concreto, facilitando muito a produção de novos traços. Permitindo verificar a proporção e o consumo de materiais de maneira instantânea, ao invés de longos cálculos manuais. Essa facilidade estimula o utilizador a testar um número maior de proporções entre materiais, gerando um número maior de dados utilizados na criação dos Diagramas de Dosagem do Método IBRACON. Esse aumento de pontos leva a gráficos mais precisos e confiáveis, que por sua vez colaboram para atingir um diagrama final mais eficiente e otimizado, algo que é altamente desejado na indústria.

O software ainda está em fase inicial, inúmeras alternativas de melhoramentos podem ser implementadas. Um dos principais incrementos será a adoção da plataforma web, para atender todos os sistemas operacionais e dispositivos móveis. Além disso, os algoritmos de cálculo podem ser modificados para contemplar a utilização de adições minerais e aditivos. Assim, tornando o processo de dosagem ainda mais amplo em termos de material e acessível para diversos usuários.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANGULO, Sérgio C.; FIGUEIREDO, AD de. Concreto com agregados reciclados. **Concreto: ciência e tecnologia**, v. 1, 2011.
- DINIZ, José Zamarion Ferreira. **Revista Concreto e Construções**. IBRACON, Brasil. Mar 2009. Acessado em 08 set 2019. Disponível em: [http://ibracon.org.br/publicacoes/revistas\\_ibracon/rev\\_construcao/pdf/revista\\_concreto\\_53.pdf](http://ibracon.org.br/publicacoes/revistas_ibracon/rev_construcao/pdf/revista_concreto_53.pdf).
- FERRARI, F. **Cenno storico sui legante idraulici**. II Cemento, v. 65, n. 762, p. 147-50, 1968.
- HELENE, P. R. L ; TERZIAN, P. **Manual de dosagem e controle do concreto**. São Paulo: Pini, 1992.
- ISAIA, Geraldo Cechella. **Concreto: Ciência e tecnologia**. São Paulo: IBRACON. 2v, 2011.
- ISAIA, G. C. et al. Viabilidade do emprego de cinza de casca de arroz natural em concreto estrutural. Parte I: propriedades mecânicas e microestrutura. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 10, n. 1, p. 121-137, 2010.
- NEVILLE, Adam M. **Propriedades do Concreto 5ª Edição**. Porto Alegre: Bookman Editora, 2015.