

# **Desenvolvimento de aplicativo em planilha eletrônica como ferramenta de auxílio na determinação da dosagem experimental do concreto**

## **Development of electronic spreadsheet as auxiliary tool in the determination of experimental concrete mixture proportioning**

**João Batista Lamari Palma e Silva**

*Faculdades Integradas do Instituto Paulista de Ensino e Pesquisa – IPEP, Campinas, SP*  
e-mail: [lamaripalma@hotmail.com](mailto:lamaripalma@hotmail.com)

**Joaquim Marins Neto**

*Faculdades Integradas do Instituto Paulista de Ensino e Pesquisa – IPEP, Campinas, SP*  
e-mail: [jmarins@fec.unicamp.br](mailto:jmarins@fec.unicamp.br)

**RESUMO:** Este estudo aborda o desenvolvimento e a utilização de planilhas eletrônicas, como aplicativo, para determinação da dosagem experimental do concreto convencional, comum ou estrutural, bem como a análise dos resultados dos traços obtidos. A determinação da dosagem no aplicativo é efetuada através da utilização dos seguintes métodos de dosagem de concretos: Instituto Nacional de Tecnologia (I.N.T.), Associação Brasileira do Cimento Portland (A.B.C.P.) e Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (I.P.T.), complementados por procedimentos normalizados e consagrados. O aplicativo elaborado em planilha eletrônica permite a apresentação de resultados através de gráficos e tabelas, facilitando o manuseio e a análise dos resultados. A determinação da dosagem pode ser obtida, visualizada, comparada e aferida em poucos segundos, contrário ao cálculo manual que levaria muito mais tempo.

**ABSTRACT:** This subject is an approach of the development and the use of electronic spreadsheet, as an applicative, about to experimental concrete mixture proportioning, common and structural, as well as the one analyses from the results of the mixture proportioning obtained. The assignation from the mixture proportioning at the applicative is make the application of the following method experimental concrete mixture proportioning: Instituto Nacional de Tecnologia (I.N.T.), Associação Brasileira do Cimento Portland (A.B.C.P.) e Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (I.P.T.), complemented by procedures standardized and renowned. The applicative is elaborated in electronic spreadsheet that allows the introduction as effects through graphics and tables facilitate the using of the analysis from the results. The assignation from the mixture proportioning can be obtained, viewed, compared and checked in seconds, contrary to the calculation handbook that would take more time.

### **1. INTRODUÇÃO**

Basicamente o concreto convencional é uma mistura de alguns componentes: os agregados, miúdos e graúdos, a pasta, que consiste na mistura do cimento Portland e água e, eventualmente, aditivos e adições. De acordo com Tutikian [9], o concreto é o material de construção mais utilizado no mundo, sendo assim, o constante estudo de seus componentes, processos de fabricação e utilização devem ser promovidos e valorizados.

Conforme Campos [2], outro fator importante para uma utilização racional do concreto é a dosagem do mesmo, a qual pode ser definida como o conjunto de procedimentos que levam a obtenção do melhor proporcionalamento entre os materiais constituintes, promovendo a quantificação de cimento, agregados, água, adições, aditivos e outras substâncias.

O presente trabalho aborda os diferentes métodos de dosagem de concretos, para o desenvolvimento e a utilização de um aplicativo

para a determinação do traço teórico e experimental de concreto convencional, comum ou estrutural, bem como para o ajuste do traço no momento da confecção do concreto em obra, de acordo com as características dos materiais a serem utilizados.

### 1.1. Objetivos

A utilização de um aplicativo, elaborado em planilha eletrônica, permite a apresentação de resultados através de gráficos e tabelas, facilitando o manuseio e a análise dos resultados. Muitos recursos disponíveis em planilhas eletrônicas possibilitam a execução de diversas operações matemáticas, bem como a utilização de comandos como “procura”, “condição”, “índice”, entre outros, os quais facilitam e simplificam a elaboração, programação e a utilização da planilha.

A finalidade do presente estudo é desenvolver e apresentar um aplicativo, elaborado em planilha eletrônica, para a determinação da dosagem experimental do concreto, comparando os resultados dos traços obtidos através de diferentes métodos de dosagem, executando os cálculos de maneira rápida e eficaz.

O aplicativo desenvolvido no ambiente *Microsoft Excel* possibilita a determinação da dosagem do concreto, através do emprego de inúmeros recursos disponíveis em planilhas eletrônicas associadas às funções registradas em linguagem *Visual Basic for Applications - VBA*.

A relevância do tema do presente trabalho se reforça ao considerar que o cálculo, a verificação e a aferição da dosagem do concreto, feitos através da utilização de planilhas eletrônicas, se dão em poucos segundos, contrário ao cálculo manual que levaria muito mais tempo.

### 1.2. Metodologia

Foi realizada a revisão bibliográfica dos métodos de dosagem de concretos mais utilizados no Brasil e dos recursos e comandos disponíveis nas planilhas eletrônicas da *Microsoft Excel*, associados aos códigos e funções registrados em linguagem *Visual Basic for Applications - VBA*, para viabilizar a elaboração do aplicativo, bem como o uso do mesmo nas aulas de laboratório nas disciplinas de materiais de construção, para determinação da dosagem, bem como para análise dos resultados.

## 2. MÉTODOS DE DOSAGEM

Conforme Campos [2], a trabalhabilidade, resistência mecânica, durabilidade e deformabilidade do concreto, bem como a forma geométrica das estruturas e a disposição da armadura nas mesmas, são requisitos que devem ser considerados em um estudo de dosagem. Por isso, a determinação correta do traço, através de um método apropriado, é um elemento vital para garantir o resultado desejado, seja no concreto fresco ou endurecido.

Segundo Helene [4], fica claro que desde os primeiros usos do concreto, o proporcionamento dos materiais constituintes não poderia ser arbitrário e que era necessário obter um conglomerado compacto e sólido. Assim, o fato dos materiais constituintes apresentarem heterogeneidade, bem como complexidade de seu comportamento, representa sempre um desafio aos técnicos responsáveis pela fabricação e emprego dos concretos.

O histórico da evolução dos métodos de dosagem, no exterior e no Brasil, mostrou que até o início do século XIX pouco se sabia sobre as qualidades a serem exigidas dos materiais constituintes dos concretos e argamassas. Porém, a partir dessa época, em função da descoberta do cimento Portland e sua fabricação em escala comercial, a postura com relação ao proporcionamento dos materiais foi se alterando, conforme explicitado por Helene [4].

O proporcionamento adequado dos materiais constituintes do concreto, dever ser realizado com vistas ao atendimento das seguintes condições:

- Exigências de projeto;
- Condições de exposição e operação;
- Tipo de agregado disponível economicamente;
- Técnicas de execução; e
- Custo.

Contudo, a dosagem experimental deve garantir a resistência e a trabalhabilidade do concreto através dos métodos de dosagem selecionados. Porém, todos os métodos, sem exceção, dão condições para que um primeiro traço teórico e analítico possa ser obtido, o qual geralmente é ajustado em laboratório.

Segundo Petrucci [6], chama-se traço a maneira de expressar a composição do concreto, podendo esta ser em peso ou em volume. Porém, seja qual for a forma adotada, toma-se sempre o cimento como unidade, relacionando-se as demais quantidades à quantidade de cimento.

## 2.1. Métodos de dosagem selecionados

Inicialmente foi feita uma extensa revisão bibliográfica, buscando alguns dos métodos de dosagem de concretos mais utilizados no Brasil, verificando-se e analisando-se cada um. Assim, foram escolhidos os seguintes métodos: Instituto Nacional de Tecnologia (I.N.T.); Associação Brasileira do Cimento Portland (A.B.C.P.); e Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (I.P.T.), os quais foram adaptados e complementados por procedimentos normalizados, como a determinação do desvio padrão da resistência do concreto proposto pela A.B.N.T. através da NBR 12.655 [1], a determinação da relação água/cimento através da Lei de Abrams e da caracterização das condições de exposição e dos diferentes tipos de elementos a serem concretados, conforme os estudos apresentados no Manual de Inspeção de Concreto do *American Concrete Institute*, a fim de determinar o traço teórico, a partir de dados reais da obra e auxiliar na confecção e aferição deste traço, em laboratório, para se obter o traço experimental corrigido.

### 2.1.1. Resistência de dosagem

Segundo a NBR 12.655 [1], a resistência de dosagem deve atender às condições de variabilidade prevalecentes durante a construção. Esta variabilidade, medida pelo desvio-padrão  $S_d$ , é levada em conta no cálculo da resistência de dosagem (1), em função das condições de preparo.

$$f_{cj} = f_{ck} + 1,65.S_d \quad (1)$$

$f_{cj}$  - resistência média do concreto à compressão, prevista para a idade de  $j$  dias, em MPa;

$f_{ck}$  - resistência característica do concreto à compressão, em MPa;

$S_d$  - desvio-padrão da dosagem, em MPa (Tabela 01).

Tabela 01 - Desvio-padrão a ser adotado em função da condição de preparo do concreto

Condição de preparo	Desvio-Padrão (MPa)
A	4,0
B	5,5
C <sup>1</sup>	7,0

<sup>1</sup> Para condição de preparo C, e enquanto não se conhece o desvio-padrão, exige-se para os concretos de classe C15 o consumo mínimo de 350 kg de cimento por metro cúbico.

### 2.1.2. Determinação da relação água/cimento

Para determinação da relação água/cimento em função da resistência foi utilizada a Lei de Abrams (2) que, segundo Helene [4], é uma das maiores contribuições para o estudo da dosagem dos concretos, que ocorreu em 1918, por Duff A. Abrams, pela *Structural Materials Research Laboratory*, no *Lewis Institute* em Chicago, sob o título de *Design of concrete mixtures*, onde inúmeros traços e análise de mais de 50.000 corpos-de-prova foram realizados, enunciando a seguinte lei: “*Dentro do campo dos concretos plásticos, a resistência aos esforços mecânicos, bem como as demais propriedades do concreto endurecido variam na relação inversa da relação água/cimento*”.

$$a/c = \frac{1}{\log k_2} \cdot \log \frac{k_1}{f_{d28}} \quad (2)$$

$a/c$  - relação água/cimento em massa (kg/kg);

$f_{d28}$  - resistência à compressão axial aos 28 dias, em MPa;

$k_1$  e  $k_2$  - constantes que dependem exclusivamente dos materiais (Tabela 02).

Tabela 02 - Valores médios de "k" aos 28 dias

Tipo de Cimento	$k_2$	$k_1$
CP 32	7,90	92,80
CP AF 32	10,20	121,20
CP POZ 32	11,40	99,70
CP 40 OU ARI	Aumentar em 20% os resultados do $f_{d28}$ do CP 32	

Já a relação água/cimento em função das condições de exposição e do tipo de estrutura, segundo Petrucci [6], do ponto de vista da durabilidade, emprega-se hoje, em muitos casos, as informações e dados obtidos pelo A.C.I. – *American Concrete Institute*, através do Comitê de Durabilidade, que fixam os limites máximos da relação água/cimento a utilizar, em função do tipo

de estrutura e condições de exposição a que está sujeito o concreto. Tais informações são apresentadas no *Manual of Concrete Inspection* – 4ª edição, c. 1957 do A.C.I..

### 2.1.3. Dosagem experimental pelo método do I.N.T. – Instituto Nacional de Tecnologia

Para o método do I.N.T. inicialmente é feita a fixação da porcentagem de água em relação à mistura de materiais secos (cimento + agregados), bem como em função do diâmetro máximo do agregado e do processo de adensamento adotado para o concreto, conforme dados obtidos através de experimentos do Prof. Lobo Carneiro, apresentados por Cardoso [3].

Conhecidos os valores da relação água/cimento e da porcentagem de água, o valor da relação agregados secos/cimento é obtido através da Lei de *Inge Lyse*. Segundo Petrucci [6], a chamada Lei de *Lyse* (equação 3) ou da constância da quantidade de água total a ser empregada com determinados materiais, para obter um concreto de determinada trabalhabilidade, independente do traço empregado para as proporções usuais.

$$m = \frac{100 \cdot x}{H} - 1 \quad (3)$$

x - relação água/cimento em massa (kg/kg);  
m – relação agregados secos/cimento (kg/kg);  
H – porcentagem de água/materiais secos.

Já o desdobramento da mistura seca dos agregados em agregado graúdo é feito através das curvas experimentais propostas pelo Prof. Lobo Carneiro, as quais consideram o diâmetro do agregado graúdo de diâmetros: 9,5 (figura 01); 19,0; 25,0; 38,0; 50,0 e 75,0mm e o tipo de adensamento. Destaca-se que a curva II dos gráficos do prof. Lobo Carneiro, corresponde a uma das curvas de estudos propostos por *Bolomey*, conforme apresentado por Cardoso [3].

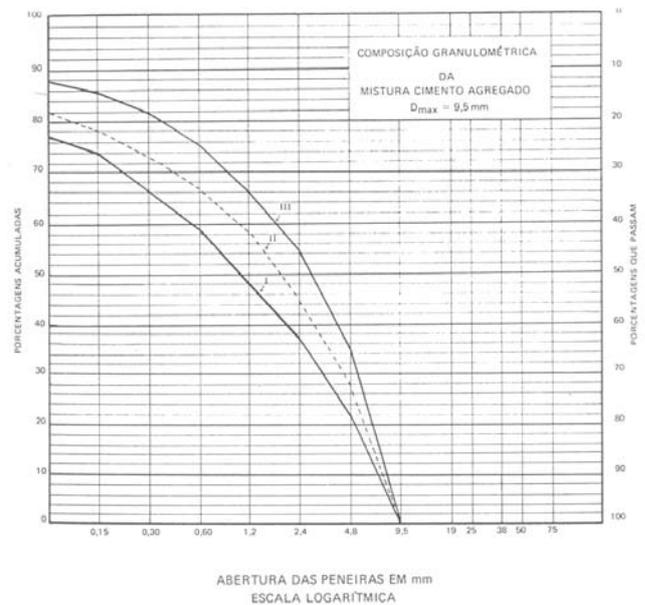


Figura 01 – Diâmetro máximo do agregado graúdo 9,5mm - Cardoso [3]

### 2.1.4. Dosagem experimental pelo método da A.B.C.P. – Associação Brasileira do Cimento Portland

Segundo Cardoso [3], o método da A.B.C.P. admite, inicialmente, a fixação do traço 1:m, onde m é relação agregados secos/cimento, com valores pré-estabelecidos em função da relação água/cimento, do diâmetro máximo do agregado graúdo e do tipo de adensamento.

Para o desdobramento de “m” em areia e brita, são empregadas as equações (4 e 5) abaixo, mediante a utilização dos valores aproximados de  $\frac{p}{y_g}$  para mistura inicial, conforme prescreve Petrucci [6].

$$p_i = \left( \frac{p}{y_g} \right) \cdot y_g \quad (4)$$

$$a_i = m - p_i \quad (5)$$

$\frac{p}{y_g}$  - valor aproximado para a mistura inicial;

$a_i$  - valor da areia (proporção em relação ao cimento);

$p_i$  - valor da brita (proporção em relação ao cimento);

$y_g$  - valor da peso unitário compactado da brita.

### 2.1.5. Dosagem experimental pelo método do I.P.T. – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo

Para o método do I.P.T. é feita a caracterização dos agregados por seu módulo de finura, adotando-se as seguintes considerações: dois agregados são equivalentes quando têm o mesmo módulo de finura, isto é, para um mesmo traço exigem a mesma quantidade de água para que seja atingida determinada consistência; se dois agregados são equivalentes, isto é, se têm o mesmo módulo de finura, para um mesmo traço e mesma consistência, deverão produzir concretos de resistências também equivalentes. Com isso, é possível traçar curvas experimentais para cada tipo de agregado que forneçam, para um diâmetro máximo do agregado graúdo e consistência determinada, o traço de cimento (1:m) e o módulo de finura do agregado total (Mm), segundo Cardoso [3].

A determinação dos valores da relação agregados secos/cimento e do módulo de finura total do agregado se dá principalmente em função da relação água/cimento conforme gráfico apresentado na figura 02.

O desdobramento de m, em areia e brita, ocorre em função dos valores do módulo de finura do agregado graúdo e miúdo, bem como do módulo de finura total do agregado (Mm), conforme as equações apresentadas a seguir.

$$a\% = \frac{M_p - M_m}{M_p - M_a} \cdot 100 \quad (6)$$

$$a = \frac{a\%}{100} \cdot m \quad (7)$$

$$p = m - a \quad (8)$$

a% - porcentagem de areia da mistura seca;  
 M<sub>p</sub> - módulo de finura do agregado graúdo;  
 M<sub>a</sub> - módulo de finura do agregado miúdo;  
 m - relação agregados secos/cimento;  
 M<sub>m</sub> - módulo de finura do agregado total;  
 a% - porcentagem de areia da mistura;  
 a - proporção de areia na mistura em relação ao cimento;  
 p - proporção de brita na mistura em relação ao cimento.

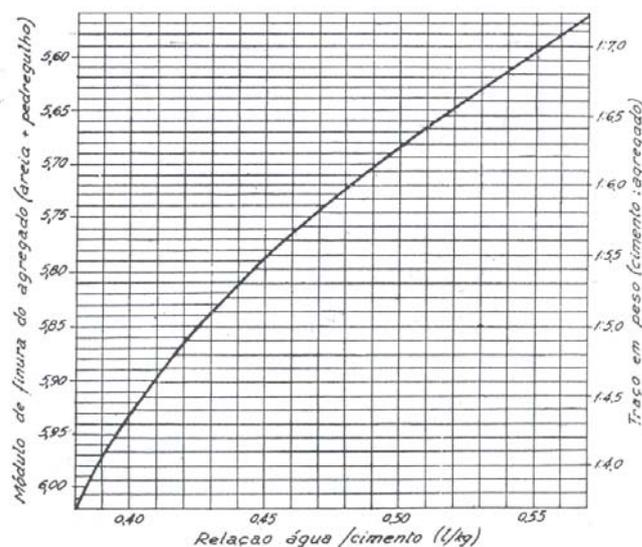


Figura 02 – Valores da mistura seca (“m”) e do módulo de finura total do agregado (“Mm”) - Petrucci [6]

## 3. DESENVOLVIMENTO DO APLICATIVO

### 3.1. Planilhas eletrônicas

Segundo Rolim [7], as planilhas eletrônicas têm sido largamente utilizadas para tratamento de dados e apresentação de gráficos, a exemplo das rotinas para planilhas eletrônicas, do *Microsoft Excel*, as quais facilitam as análises e confecções de gráficos e tabelas, possibilitando a criação de bancos de dados e a comunicação com outros programas.

As planilhas eletrônicas possibilitam a execuções de inúmeras operações matemáticas, desde as mais simples, até trigonométricas, financeiras, lógicas, estatísticas, de armazenamento de dados, de formulários, de tabelas dinâmicas e de sistemas de busca e procura. Assim, através destes e de outros recursos, é possível a elaboração de um aplicativo destinado a determinar a dosagem de concretos no ambiente de planilhas eletrônicas.

### 3.2. Elaboração do aplicativo de determinação da dosagem de concreto em planilha eletrônica

O aplicativo, do presente estudo, foi elaborado no ambiente *Excel*, utilizando recursos das operações de matemática, bem como propriedades logarítmicas, através do comando denominado “LOG”. Outros recursos como os comandos de “procura”, “condições”, “concatenar” e “índices”,

foram necessários para elaboração do aplicativo, descritos a seguir:

- **Procura** – Localiza um valor na primeira coluna à esquerda de uma tabela e retorna um valor na mesma linha de uma coluna especificada na tabela. Sintaxe: PROCV(valor procurado;matriz\_tabela;núm índice coluna;procurar intervalo);
- **Condição** – Retorna um valor se uma condição que você especificou avaliar como VERDADEIRO e outro valor se for avaliado como FALSO. Sintaxe: SE(teste lógico;valor se verdadeiro;valor se falso);
- **Concatenar** – Agrupa várias seqüências de caracteres de texto em uma única seqüência de caracteres de texto. Sintaxe: CONCATENAR(texto1;texto2;...);
- **Menor** – Retorna o menor valor k-ésimo do conjunto de dados. Use esta função para retornar valores com uma posição específica relativa em um conjunto de dados. Sintaxe: MENOR(matriz;k);
- **Índice** – Retorna um valor ou a referência a um valor dentro de uma tabela ou intervalo. Há duas formas da função ÍNDICE(): matriz e referência. A forma de matriz sempre retorna um valor ou uma matriz de valores; a forma de referência sempre retorna uma referência. Sintaxe: ÍNDICE(matriz;núm linha;núm coluna) retorna o valor de uma célula ou matriz de células especificada na matriz.

Para automatizar e facilitar ainda mais a entrada de informações, foi necessário utilizar os recursos de “Macro” e “Formulários”, bem como gráficos para visualização de parte dos resultados. Novamente apresentam-se alguns dos recursos utilizados, a saber:

- **Macro** – uma ação ou um conjunto de ações que você pode usar para automatizar tarefas. As “macros” são registradas na linguagem de

programação *Visual Basic for Applications*;

- **Formulário (Combinação caixa de edição-drop-down)** – Esse controle é fornecido para permitir que você trabalhe com as folhas de diálogo do Excel;
- **Botão** – Executa um macro quando acionado;
- **Gráficos** – têm apelo visual e facilitam, para os usuários, a visualização de comparações, padrões e tendências nos dados. Para criar um gráfico, primeiro devem-se inserir os dados do gráfico na planilha.

A partir dos inúmeros recursos oferecidos nas planilhas eletrônicas, foi elaborado o aplicativo, para execução dos cálculos que seriam efetuados manualmente. Como exemplo, o comando de “procura” que foi utilizado para retornar textos, quantidades e valores, a partir de tabelas. Já o comando “condição” foi utilizado para realizar testes lógicos aplicados as condições de escolha dos valores tabulados, que dependiam de mais de uma variável para sua escolha.

O comando “concatenar” foi utilizado junto ao sistema de retorno de textos combinados, que retornavam com o comando “procura”. Quando se tinha que optar pelo menor valor de “x” (relação água/cimento), o comando “menor” foi empregado, o qual retornava com o primeiro menor valor entre os dois.

Tanto para a tabela de determinação da relação água/cimento (x), da porcentagem de água/materiais secos (H), como a consulta a tabulação das curvas de análise granulométrica dos agregados graúdos, foi necessário empregar o comando “índice”, o qual consulta uma base (tabela) e retorna um valor obtido de uma matriz dada por uma coluna e uma linha.

Dentre os diversos “formulários” utilizados e botões de seleção (figura 03), a caixa de combinação de edição, figura 04 e figura 05, possibilitou auxiliar a escolha das variáveis procuradas pelo comando “índice”, ou seja, quando da escolha de um determinado Desvio-Padrão  $S_d$ ; tipo de estrutura; condições de exposição; tipo de vibração e diâmetro dos agregados; a caixa de combinação retornava um número sequencial inteiro a partir de 1 (um) até 4

(quatro) que representava o tipo de cimento Portland utilizado.

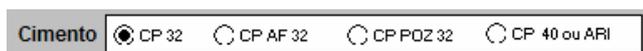


Figura 03 – Escolha da resistência do cimento através de macro acionada pelo botão de seleção.



Figura 04 – Escolha do desvio padrão aplicado a resistência.

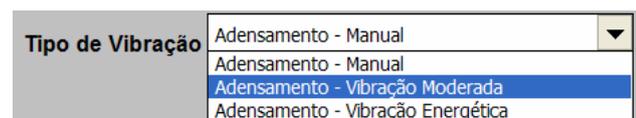


Figura 05 – A caixa de combinação retornava um número sequencial inteiro a partir de 1 (um).

Para explorar maiores recursos do *Microsoft Excel*, foram utilizadas funções e telas registradas na linguagem de programação *Visual Basic for Applications – VBA*, através de codificação específica. Entre as principais vantagens obtidas com o uso da linguagem VBA, tem-se a possibilidade de utilizar telas gráficas, o que colabora para o visual e a funcionalidade do aplicativo. Porém, a contribuição relevante da linguagem VBA, no aplicativo, foi a possibilidade de gerar tabulação (figura 07) e seleção (figura 06) de diversas sequências de resultados obtidos em segundos, criando, assim, uma tabela composta por inúmeras hipóteses de resultados que podem ser analisados com maior facilidade e rapidez.

### 3.3. Utilização do aplicativo de determinação da dosagem

A utilização do aplicativo de determinação da dosagem de concretos não requer os mesmos conhecimentos em informática necessários para elaboração do mesmo, basta ter em mãos as informações necessárias para dosagem do concreto, exigidos em cada método.

O aplicativo é iniciado através de uma tela (figura 08) com as principais instruções para uso. Os campos do aplicativo com “fundo” branco (exceto o gráfico) são para entrada das informações, como exemplo: fck desejado em MPa;  $S_d$  em MPa; resistência do cimento; tipo da estrutura; condições de exposição; tipos de vibração; e diâmetro máximo dos agregados.

Na figura 09 consta o ambiente de trabalho do aplicativo de dosagem de concreto com os campos de entrada e de resultado das informações desejadas. Esta planilha contém o nome de “Cálculo”, sendo que existe uma segunda planilha denominada “Base”, onde contém todas as tabelas e tabulações necessárias ao funcionamento do aplicativo, não podendo esta ser editada ou excluída.

## 4. RESULTADOS E CONCLUSÕES

Pelo fato de que não requerer do usuário conhecimento em linguagens de programação, exceto para os recursos em VBA utilizados para análise dos resultados, a utilização da planilha eletrônica torna-se vantajosa, pelo pouco tempo necessário para sua elaboração e edição.

O aplicativo desenvolvido possibilita a racionalização de todo processo de dosagem do concreto, desde a definição do traço até a confecção em obra, não necessitando que o usuário tenha conhecimento avançado em computação, permitindo a apresentação dos resultados através de gráficos e tabelas, facilitando o manuseio e a análise dos dados de entrada e de resultado.

A baixa complexidade na elaboração e na utilização do aplicativo permite que este seja executado em *palm tops* e celulares, que disponham de planilhas eletrônicas compatíveis com o formato utilizado, possibilitando maior mobilidade no uso, onde os cálculos e as aferições são feitos em segundos, contrário ao cálculo manual que levaria muito mais tempo. Já os recursos registrados na linguagem *Visual Basic for Applications – VBA* possibilitam a tabulação das inúmeras hipóteses de resultados dos traços determinados através dos três métodos de dosagem, para análise e comparação.

A determinação da dosagem do concreto é feita em poucos segundos, sendo emitido o resultado em forma de tabelas e de relatórios. Possibilitando com isso analisar os diferentes resultados obtidos com a utilização de métodos de dosagem distintos. O desenvolvimento e a utilização do aplicativo, através de uma planilha eletrônica, é algo acessível a vários profissionais da construção civil que sejam usuários de planilhas eletrônicas, pois possibilita ao usuário a criação, edição e utilização de aplicativos. Sendo a planilha eletrônica um software encontrado na maioria dos computadores de uso pessoal ou profissional, ou seja, não requer

mais despesas para aquisição de um novo software.

Com a utilização do presente aplicativo, foi possível verificar algumas restrições contidas nos métodos de dosagem utilizados, tais como as limitações dos valores da relação água/cimento nos métodos da A.B.C.P. (a/c entre 0,40 a 0,90) e I.P.T. (a/c entre 0,38 a 0,57). Já o método do I.N.T., apresenta vantagens na determinação da relação agregados secos/cimento, pois a mesma se dá através da Lei de Lyse (equação 3), não ficando tal relação restrita a valores pré-estabelecidos, como nos demais métodos.

A validação do aplicativo foi feita comparando quantitativamente, entre os métodos adotados, a proporção de cada material através de dados reais obtidos em projetos estruturais de concreto armado, verificando-os com diretrizes obtidas na literatura.

## REFERÊNCIAS

1. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *Concreto – preparo, controle e recebimento*. NBR 12.655. Rio de Janeiro, 1996.
2. Campos, Viviane de. *Avaliação da aplicabilidade do método I.N.T. de dosagem de concreto*. Dissertação de Mestrado. UNICAMP. Campinas, SP, 2007.
3. Cardoso, Maximo Francisco Silva. *Dosagem de Concretos*. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Rio de Janeiro, 1976 – 51 Páginas
4. Helene, Paulo. Terzian, Paulo. *Manual de Dosagem e Controle do Concreto*. Editora Pini, 1992 – Páginas 54 a 98; 224 a 299
5. Neville, Adom M. *Propriedades do Concreto*. Editora Pini. São Paulo, 1982 1ª Ed. – Páginas 611 a 681
6. Petrucci, Eladio G. R. *Concreto de Cimento Portland*. Editora Globo, 1998 – Páginas 112 a 166
7. Rolim, Glauco de Souza, et al.. *Planilhas no ambiente Excel para os cálculos de balanços hídricos: normal, sequencial, de cultura e de produtividade real e potencial*. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v. 6, n. 1, p. 133-137, 1998.
8. Silva, Gildaso Rodrigues da. *Manual de Traços de Concreto*. Editora Nobel. São Paulo, 1975, 3ª Ed. – Páginas 02 a 25
9. Tutikian, Bernardo Fonseca. *Proposição de um método de dosagem experimental para concretos auto-adensáveis*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Tese. Porto Alegre - setembro de 2007.

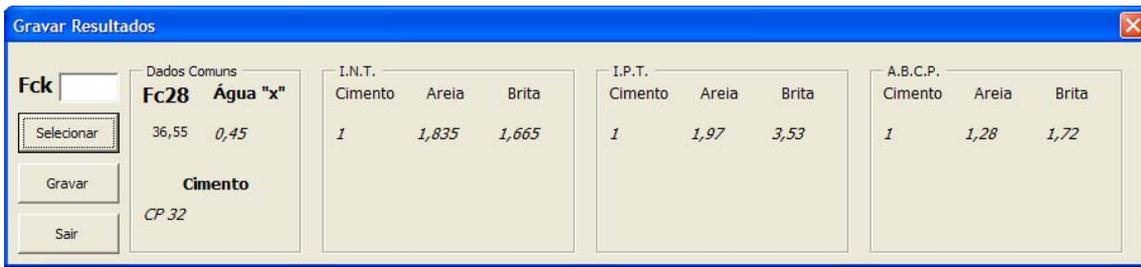


Figura 06 – Tela de seleção dos resultados

Cimento	Fc28	RESULTADO - MÉTODO DO I.N.T.				RESULTADO - MÉTODO DO I.P.T.				RESULTADO - MÉTODO DO A.B.C.P.			
		Cimento	Areia	Brita	Água	Cimento	Areia	Brita	Água	Cimento	Areia	Brita	Água
CP 32	36,55	1,00	1,84	1,67	0,45	1,00	1,97	3,53	0,45	1,00	1,28	1,72	0,45

Figura 07 – Ambiente de armazenamento dos resultados selecionados e gravados



Figura 08 – Tela inicial do aplicativo de dosagem de concreto.

Dados comuns		fck		25,00 Mpa		Sd		7,0MPa - aplicável apenas aos concretos de classe C10 e C15, ver item 6.2.3 da NBR 12.655/96		Cimento		CP 32		Tipo de Estrutura		Condições de exposição	
I.N.T.	Diâmetro Máximo da "Brita"	Manual		19,00mm		A.B.C.P.	Ø Max. Da Brita / Tipo Adensamento	18mm Manual		I.P.T.	Módulo de Finura Areia	3,22		I.P.T.	Módulo de Finura Brita	7,21	
	Classificação granulométrica	Ø Max. 19mm - Peneira 4,80mm					Peso unitário compactado da "Brita"	1,40 Kg/dm³									
Massa específica	Aparente	Absoluta	RESULTADO - MÉTODO DO I.N.T.		RESULTADO - MÉTODO DO I.P.T.		RESULTADO - MÉTODO DO A.B.C.P.										
Cimento			Fixação de "M"		Fixação de "M"		Fixação de "M"										
Areia	Kg/dm³		Umidade		Módulo de finura total		m=		m=		m=		m=		p/γg=		
Brita			H=		mf=		m=		m=		m=		m=		m=		
Resistência e Relação Água/Cimento			Cimento		Cimento		Cimento		Cimento		Cimento		Cimento		Cimento		
Resistência aos 28d (fc28)=			%		%		%		%		%		%		%		
Relação Água/Cimento:			b=		b=		b=		b=		b=		b=		b=		
Em função da resistência			a=		a=		a=		a=		a=		a=		a=		
Em função da durabilidade																	
Relação Água/Cimento adotada																	
Ajuste em função da trabalhabilidade			Cimento		Cimento		Cimento		Cimento		Cimento		Cimento		Cimento		
Em massa			Areia		Areia		Areia		Areia		Areia		Areia		Areia		
Água			Brita		Brita		Brita		Brita		Brita		Brita		Brita		
			Água		Água		Água		Água		Água		Água		Água		

Figura 09 – Ambiente de trabalho do aplicativo de dosagem de concreto.