



Ministério da Educação – Brasil
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM
Minas Gerais – Brasil
Revista Vozes dos Vales: Publicações Acadêmicas
ISSN: 2238-6424
QUALIS/CAPES – LATINDEX
Nº. 23 – Ano XI – 05/2023
<http://www.ufvjm.edu.br/vozes>

Análise teórica e comparativa entre diferentes métodos de dosagem do concreto: ABCP, IPT, INT e ITES

Pedro Henrique Amaral Lima
Graduado em Engenharia Civil – UFVJM/MG – Brasil
Discente do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia, Ambiente e Sociedade da
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - UFVJM
<http://lattes.cnpq.br/3128359296518109>
E-mail: pedrohenriqueamaral11@hotmail.com

Thayná Karen Barbosa
Graduada em Engenharia Civil – UNIPAC/MG – Brasil
Discente do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia, Ambiente e Sociedade da
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM
<http://lattes.cnpq.br/8616101814334631>
E-mail: thaynakbarbosa@gmail.com

Karine de Oliveira Santos
Graduado em Engenharia Civil – UFVJM/MG – Brasil
Discente do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia, Ambiente e Sociedade da
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - UFVJM
<http://lattes.cnpq.br/0902453970875908>
E-mail: karineoliveiraecv@gmail.com

Prof. DSc. Stênio Cavalier Cabral
Doutor em Engenharia e Ciência dos Materiais – Universidade Estadual do Norte
Fluminense Darcy Ribeiro – RJ – Brasil
Docente do Curso de Engenharia Civil da UFVJM
<http://lattes.cnpq.br/2452889693767673>
E-mail: stenio.cavalier@ufvjm.edu.br

Prof. DSc. Antônio Jorge de Lima Gomes
Instituto de Ciência Engenharia e Tecnologia – ICET

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM

<http://lattes.cnpq.br/9689665046386798>

E-mail: antonio.gomes@ufvjm.edu.br

Prof. DSc. Sérgio Antônio Brum Junior

Doutor em Engenharia Civil

Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – RJ – Brasil

Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR

<http://lattes.cnpq.br/9286086846141450>

E-mail: sergiojunior@utfpr.edu.br

Prof. MSc. Fábio Araújo Pereira

Mestre em Engenharia Civil

Universidade Federal do Amapá – UNIFAP

<http://lattes.cnpq.br/9180912233806978>

E-mail: fabioaraujopereira@gmail.com

Resumo: A relevância do concreto se dá pelo fato de ser atualmente o material construtivo de maior utilização pelo homem, especialmente devido às suas aplicações com relação ao custo reduzido, facilidade de transporte e seu potencial de ser moldado conforme às necessidades de dimensões e formas diversificadas. Nesse contexto, o desempenho de concretos pode ser consideravelmente afetado pelas condições de preparação e pelos materiais constituintes. Um método de dosagem de concretos compreende-se num estudo orientado para a fixação das devidas proporções e na definição dos elementos que constituem a mistura, em função de uma propriedade previamente estabelecida. Atrelado a isso, uma combinação inadequada dos parâmetros de processo e dos materiais utilizados pode comprometer o desempenho dos concretos preparados. Com isso, apesar da existência de abordagens vinculadas aos métodos de dosagens, estudos comparativos são sempre estimados em decorrência da possibilidade direta de comparação de desempenho e de consumo de materiais, o que oportuniza a obtenção de correlações financeiras. Sendo assim, o objetivo do artigo foi comparar os métodos de dosagem para concretos convencionais da ABCP, IPT, INT e ITERS por intermédio de uma revisão bibliográfica, realizando um estudo comparativo através de dados e informações pertinentes às metodologias de dosagem de concreto. Diante disso, o trabalho apresenta e discute os resultados entre os métodos de dosagem estudados a fim de propiciar condições de escolha e reflexão sobre consumo de materiais correlacionados com propriedades do concreto.

Palavras-chave: Concreto. Dosagem. Métodos. Estudo Comparativo.

Introdução

O concreto tem desempenhado um papel substancial no que diz respeito ao desenvolvimento da infraestrutura de todas as nações. Tradicionalmente, sua produção envolve os seguintes componentes: cimento, areia, cascalho e água

(MOHAMAD *et al.*, 2016). Conhecido como material de construção ímpar na preferência para a maioria das cidades e infraestruturas urbanas contemporâneas, o concreto também é considerado como a rocha sedimentar antropogênica mais numerosa do planeta. Alguns benefícios desse material estão associados ao custo e à facilidade de moldagem, o que permite um hábil desenvolvimento, fomentando construções leves, porém resistentes e robustas, adequadas às amplas escalas de produção necessárias para acondicionar o crescimento gradativo das cidades, dentro das quais reside agora mais da metade da população humana. Para mais, além de integrar a estrutura de muitas edificações, o concreto possibilita a construção de túneis (para vias de transporte e movimentação de água e esgoto), canais, barragens, estradas, pontes e outras obras de arte especiais (WATERS; ZALASIEWICZ, 2018).

O concreto é empregado em diversos tipos de obras em função da sua resistência, no estado endurecido, e de sua adaptação às mais diversificadas formas, no estado fresco (PASINI; VARGAS, 2015). É considerado como um dos materiais mais utilizados na construção civil e mais tradicionais do mercado, contribuindo assim para um crescente interesse quanto ao desenvolvimento de materiais e processos, que visam como objetivo um produto com características e propriedades otimizadas, desempenhando sua durabilidade de acordo com as normas exigidas pelo mercado (MEHTA; MONTEIRO, 2014).

Depois da água, o concreto consolida-se como material construtivo mais empregado em âmbito mundial. Tal fato se deve às suas úteis e pertinentes propriedades, a saber: matérias-primas de fácil e global obtenção, relativa simplicidade de processamento e manejo e seu potencial de ir de um estado fluido, onde pode preencher um molde, para um estado sólido, assim como, nessa segunda condição, suportar uma carga estrutural. Como foi mencionado por Van Damme (2018) em uma observação holista e integral do futuro do concreto em um contexto digital, simplesmente não existem motivações para esperar que o consumo de concreto decairá em um futuro próximo, tendo em vista que à proporção em que países em desenvolvimento tais como China e Índia expandem sua infraestrutura, os países desenvolvidos renovam a sua própria (WANGLER *et al.*, 2019).

O autor Xie (2016) compartilha de vertentes similares ao enfatizar que o concreto de cimento Portland é um material de construção habitualmente empregado na civilização moderna. O cimento Portland, como o material ligante mais importante

do concreto, enquadra-se como o principal elemento determinante das propriedades gerais das infraestruturas. Em virtude do avanço da industrialização global, as necessidades de materiais de concreto e cimento continuam aumentando de maneira sucessiva, sobretudo nos países em desenvolvimento. Nesse contexto, como consequência, a capacidade de produção de cimento Portland aumenta conforme o mercado se expande.

O cimento Portland integrado com diferentes materiais como pedra, cal, areia, aditivo e outros, dá origem à formação de pastas, argamassas e concretos que são usados na construção de edifícios, pontes, barragens, dentre outros. Entende-se que as principais características e propriedades dessas argamassas e concreto é variante da proporção e da qualidade dos materiais constituintes, especialmente do cimento Portland (FONSECA, 2010).

Além de suas excelentes características relativas à moldabilidade, o concreto permite uma ampla versatilidade de formas e de idealizações arquitetônicas, denotando eficiente resistência à maioria dos tipos de solicitação, desde que sejam realizados um adequado dimensionamento e um apropriado detalhamento das armaduras (ANDRADE, 2016). Nesse contexto, uma boa performance nas propriedades impostas ao concreto subordina-se especialmente aos materiais integrantes, à proporção entre eles, além do preparo e controle tecnológico dos mesmos (MEHTA; MONTEIRO, 2014). Arelada a essas circunstâncias, uma das fases fundamentais do processo produtivo do concreto é a definição e dosagem dos materiais que integram a composição final (TORALLES *et al.*, 2018).

Na literatura, é extensa a quantidade de métodos distintos de dosagem para concretos, todavia, embora existam peculiaridades relativas a cada um desses métodos, algumas etapas são usuais à maioria deles, como a determinação da resistência-alvo, a correlação entre resistência à compressão e a relação água/cimento (a/c), além de outras. É válido salientar que os métodos de dosagem de concretos não são universais, visto que para o processo de formação das suas concepções, vários parâmetros devem ser levados em consideração, como condições climáticas, exposição e a utilização de materiais específicos de uma determinada região (AHMED *et al.*, 2016).

Uma fração adequada da mistura de materiais é tecnicamente satisfatória na produção do concreto e pode acarretar em vantagens financeiras quando se atende

aos critérios e solicitações mediante a atenuação do uso de cimento (MARMITTI *et al.*, 2016).

O objetivo da dosagem de concreto é basicamente produzir um material que possua capacidade de oferecer um desempenho que atenda às exigências preliminarmente definidas, sendo os aspectos mais significativos a trabalhabilidade, a resistência mecânica, a longevidade e a economia. A dosagem do concreto é desenvolvida também no intuito de serem atenuados alguns custos. Uma boa dosagem levará em consideração um estudo entre os custos dos materiais em disponibilidade e a possibilidade de sua obtenção. Não obstante, torna-se algo complexo a determinação de combinações mais econômicas e que atenda às condições mínimas de desempenho exigidos em projeto, visto que dentro de um volume fixo de dosagem a alteração de um material constituinte modifica de forma direta o outro (RICCI; PEREIRA; AKASAKI, 2017).

Hodiernamente, existem vários métodos brasileiros de dosagem para concreto, entre eles: ABCP (Associação Brasileira de Cimento Portland), IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas), ITERS (Instituto Tecnológico do Estado do Rio Grande do Sul), INT (Instituto Nacional de Tecnologia), etc. Frequentemente, estas metodologias são embasadas por meio da determinação de um traço inicial, a partir do qual são realizadas adaptações empíricas que tendem à manipulação, de maneira controlada, das propriedades de interesse em função dos materiais empregados. Isso é capaz de proporcionar melhorias comportamentais físico-mecânicas e uma maior durabilidade com superiores níveis qualitativos (SOUZA *et al.*, 2020).

Os estudos acerca da dosagem de concreto têm por finalidade o propósito de se obter uma mistura adequada e econômica, de acordo com os materiais disponíveis de uma determinada região, de modo que atenda aos requisitos necessários. Esses requisitos são determinados de acordo com a complexibilidade do trabalho a ser realizado (TUTIKAN; HELENE, 2011).

Entende-se que a proporção dos materiais componentes do concreto classifica-se com uma etapa básica, contudo seletiva. Os métodos de dosagem podem ser vistos como o desenvolvimento para seleção e quantificação dos materiais integrantes do concreto, de modo a potencializar melhorias nos desempenhos físico-mecânicos e maior durabilidade das estruturas. Os parâmetros financeiros também devem ser levados em consideração, desde que seja garantida a segurança (MARMITTI *et al.*,

2016). Diante disso, o objetivo do presente trabalho é comparar, teoricamente, as principais características de quatro métodos de dosagem de concreto convencionais, sendo eles: ABCP, IPT, INT e ITERS, evidenciando os benefícios e as funcionalidades relacionadas a cada um dos mesmos.

O presente artigo está estruturado nas seguintes seções: introdução com a contextualização do tema e objetivos da pesquisa; metodologia; revisão bibliográfica; discussão; considerações finais e referências.

Metodologia

A pesquisa em questão enquadra-se como sendo do tipo aplicada, uma vez que o seu foco está direcionado às questões práticas na busca de elucidações relativamente imediatas. Para mais, esse tipo de pesquisa na maioria das vezes promove o desenvolvimento de intervenções e programas de melhoria associados às condições sociais ou educacionais (MOREIRA; RIZZATTI, 2020). Além disso, Gil (2017) explica que a pesquisa aplicada geralmente encontra-se relacionada à aquisição de conhecimentos com perspectivas à aplicação num contexto específico, que nesse trabalho, se dá a partir da relação comparativa entre diferentes métodos de dosagem para concreto, a fim de avaliar as características, propriedades e particularidades de cada um desses métodos.

Ademais, o artigo se baseia por meio de uma pesquisa exploratória, cuja metodologia possibilita que o pesquisador utilize da combinação de outros tipos de metodologias como, pesquisa bibliográfica, estudo de caso e entrevista, sustentando a disponibilidade de dados qualitativos ou quantitativos para a conclusão final e propiciando um conhecimento favorável sobre o tema. A pesquisa exploratória deve ser empregada como estruturadora e organizadora de um trabalho em fase inicial, possibilitando a obtenção de informações, definindo dados, orientando objetos do texto, relacionando hipóteses, delimitando objetivos e focando no tema da pesquisa. Esse tipo de pesquisa permite o controle dos efeitos distorcidos da percepção do pesquisador, no qual possibilita que a realidade seja visualizada tal como ela é, e não como o pesquisador pensa que seja (MARTELLI *et al.*, 2020).

No que se refere ao delineamento desse trabalho, foi realizado um levantamento bibliográfico em artigos, teses, livros, dissertações, manuais e trabalhos

acadêmicos que abrangem o tema em questão. De acordo com Machado e Ferreira (2018), a revisão bibliográfica consiste na sustentação da pesquisa científica e se caracteriza como uma das partes mais importantes e consideráveis do processo de elaboração de trabalhos acadêmicos. É basicamente o levantamento a respeito do tema investigado que traz como benefício o estado do conhecimento sobre determinados assuntos, incluindo suas lacunas e seus avanços. Gil (2017), por sua vez, enfatiza que esse tipo de pesquisa é elaborado com a finalidade de fornecer fundamentação teórica ao trabalho, bem como a identificação do estágio atual do conhecimento referente à temática abordada.

Revisão Bibliográfica

A preocupação desta seção dar-se-á em função de descrever teoricamente os seguintes métodos de dosagem para concretos convencionais, sendo eles: ABCP, IPT, INT e ITERS.

Método de dosagem ABCP

O concreto convencional é normalmente produzido pela mistura de agregado graúdo, agregado miúdo e cimento Portland, em que ao se adicionar a água, sendo esse elemento o responsável por promover a reação com o aglomerante, obtém-se uma massa fresca que posteriormente apresenta-se num estado endurecido. A harmonia desses materiais determina o produto final chamado traço ou dosagem do concreto. Portanto, compreender e analisar as características e comportamento mecânico do concreto é essencial, visto que a combinação de agregados, cimento e água, dependendo da origem desses materiais, pode ocasionar alterações na performance do concreto. Estudos voltados a essa temática proporcionam somar conhecimentos, contribuindo para uma melhor gestão de recursos à construção civil (OLIVEIRA *et al.*, 2018).

No contexto histórico para determinar o traço do concreto na construção civil brasileira, muitas pesquisas objetivavam uma padronização da proporção dos materiais para a sua produção, todavia, as propriedades dos agregados regionais e a evolução dos aglomerantes interferem, ocasionando diversos resultados nas

propriedades do concreto, dependendo da localidade regional (OLIVEIRA *et al.*, 2018).

O método ABCP consiste em uma técnica de definição de dosagem do concreto conceituada pela Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), por meio de um estudo técnico no ano de 1984, intitulado “Parâmetros de Dosagem de Concreto” através do engenheiro Públio Penna Firme Rodrigues, apresentando um delineamento de pesquisa experimental. A técnica de dosagem ABCP é inspirada no modelo americano ACI 211.1-81 (Revisado em 1985) – *Standart Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweighth, and Mass Concrete*, constituindo-se numa adaptação do método prático americano às condições brasileiras. A fim de se obter o traço desejado, esse método dispõe de tabelas e gráficos elaborados com base em valores médios dos resultados das análises experimentais, portanto, consiste em uma técnica habitual de dosagem de concretos, adaptada aos materiais comumente aplicados nas diversas regiões brasileiras (BOGGIO, 2000).

O método ABCP tem a sua atenção voltada ao parâmetro da trabalhabilidade, e, para isso, considera as particularidades dos materiais, as circunstâncias em que serão executados, o processo de adensamento e o tamanho das peças que forem aplicadas. Essa técnica de dosagem viabiliza ter como produto final concretos característicos de consistência plástica, resultando em traços com menor teor de areia, com o propósito de obter uma pasta de concreto econômica. Portanto, a fim de definir o traço para produção do concreto, o método apresenta uma sequência de etapas a serem seguidas e bem definidas, em que primeiramente se determina a resistência de dosagem; por conseguinte, é estabelecida a fixação do fator água/cimento; em seguida, são realizadas estimativas do consumo de água do concreto, consumo de cimento, consumo de agregados e, por último, a definição do traço apresentado normalmente em função da massa e com relação ao valor unitário do cimento, conforme exposto a seguir (BOGGIO, 2000), pela equação 01:

$$1,0: \frac{Ca}{C}: \frac{cp}{C}: \frac{a}{C} \quad (01)$$

Onde:

C = corresponde ao consumo de cimento (kg/m³);

Ca = corresponde ao consumo do agregado miúdo (areia) por metro cúbico de

concreto (kg/m^3);

C_p = corresponde ao consumo do agregado graúdo por metro cúbico de concreto (kg/m^3);

a/c = corresponde à relação água/cimento (kg/kg).

Método de dosagem IPT

No Brasil, ainda não existe um consenso determinístico de como deve ser um estudo de dosagem do concreto. A ausência de um consenso nacional solidificado numa normatização brasileira acerca das metodologias e parâmetros de dosagem tem levado inúmeros pesquisadores e cientistas a alvitarem seus próprios modelos de métodos de dosagem. Assim ocorreu com o método de dosagem IPT, referente ao Instituto de Pesquisas Tecnológicas, que foi estabelecido à princípio pelos estudiosos Ary Frederico Torres, Simão Prizskulnik e Carlos Tango (MARTINS; RODRIGUES, 2018).

Helene (2005) explica que o método IPT contempla a relação água/cimento (a/c) como indicador mais interessante para o concreto. Uma vez que sempre conservada a mesma propriedade de trabalhabilidade e estabelecidos os materiais que compõem a mistura e a relação a/c , aspectos tais como resistência e durabilidade do concreto tornam-se únicos. Nesse contexto, as inter-relações entre as múltiplas variáveis atreladas à metodologia em questão são conduzidas pelas consagradas leis universais de comportamento do concreto, a saber: Lei de Abrams, Lei de Lyse e Lei de Molinari.

A Lei de Abrams abrange a correlação da resistência à compressão (f_c) juntamente com o fator água/cimento (a/c). Baseado na respectiva lei, determina-se que dentro do âmbito dos concretos plásticos, a resistência física do concreto no estado endurecido é variável na razão inversa da relação água-cimento, em conformidade à equação 2 (PETRUCCI, 1998):

$$f_c = \frac{k_1}{k_2^{(a/c)}} \quad (02)$$

Onde k_1 e k_2 são definidas como constantes específicas relativas aos materiais

em uso. A Lei de Lyse, no que lhe concerne, foi concebida pelo engenheiro norueguês Inge Lyse, que designou uma associação entre a quantia de massa seca e a relação água-cimento, como representado pela Equação 3.

$$m = k_3 + k_4 \cdot (a/c) \quad (03)$$

Onde m representa a relação de agregados graúdos e miúdos secos por cimento, em massa, e as constantes k_3 e k_4 fazem associação aos materiais usados. Já a Lei de Molinari estabelece a associação entre o fator de consistência do concreto com o teor de agregado utilizado (m), além do consumo de cimento necessário (C) (Equação 4).

$$C = \frac{1000}{k_5 + k_6 \cdot m} \quad (04)$$

Onde as constantes k_5 e k_6 são deliberadas pelos materiais em laboratório.

De acordo com Ricci, Pereira e Akasaki (2017), o método tem seu início a partir da confecção do traço piloto/médio (1:5). Assim, o segundo passo faz referência à determinação do teor ideal de argamassa, que por sinal, é apontado como um dos passos mais influentes, tendo em vista que a deficiência de argamassa promove o aumento das cavidades porosas do concreto, gerando defeitos e irregularidades no processo de concretagem. Outrossim, este parâmetro é tido como fator determinante no que concerne à efetividade do concreto fresco introduzido nas fôrmas. Para mais, enfatiza-se que a argamassa em abundância é capaz de melhorar aparentemente o concreto, entretanto, além de elevar seu consumo por metro cúbico, pode apresentar potenciais riscos de manifestações patológicas provenientes das reações de hidratação do cimento, além da retração por secagem. Posto isto, o teor de argamassa ideal deve ser o menor teor necessário para atenuar os agentes que ocasionam o surgimento de poros no concreto.

O consumo de cimento em quilogramas por metro cúbico de concreto [kg/m^3] é calculado por meio da utilização das massas específicas dos seus constituintes, embasado nas leis comportamentais do concreto, conforme apresenta a equação 5:

$$C = \frac{1000 - (\%ar)}{\frac{1}{\gamma_c} + \frac{a}{\gamma_{areia}} + \frac{p}{\gamma_{brita}} + \frac{a/c}{\gamma_{\text{água}}}} \quad (05)$$

Onde:

γ_c = corresponde à massa específica do cimento;

$\gamma_{\text{água}}$ = corresponde à massa específica da água;

γ_{areia} = corresponde à massa específica da areia;

γ_{brita} = corresponde à massa específica da brita;

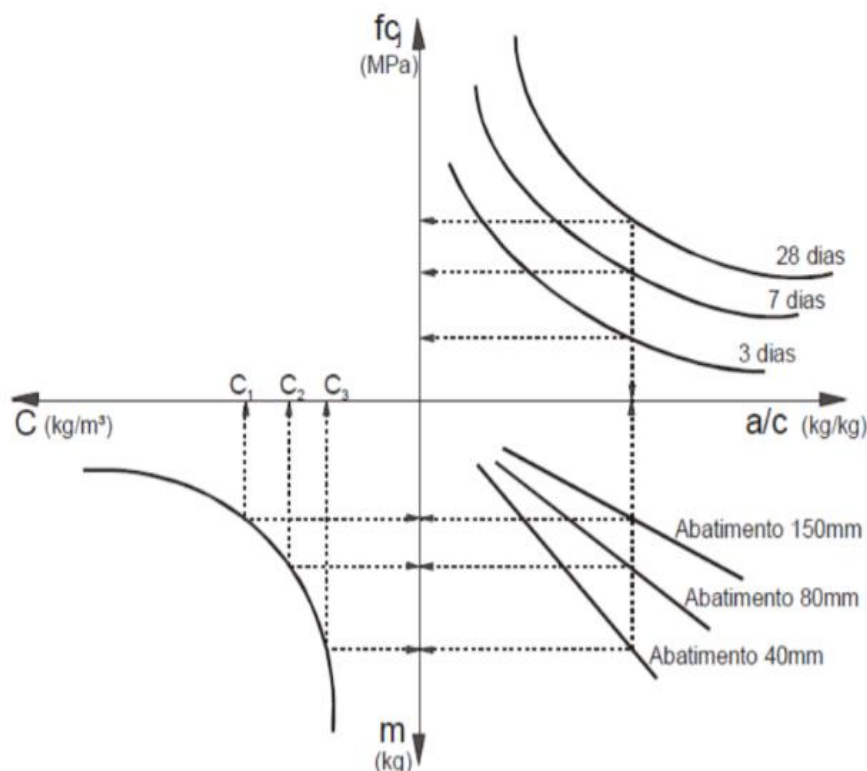
$\% ar$ = corresponde ao percentual de ar incorporado ao concreto;

a = corresponde ao agregado miúdo;

p = corresponde ao agregado graúdo.

Por intermédio dos mesmos materiais empregados e o mesmo teor ideal de argamassa alcançado a partir da obtenção do traço 1:5, são produzidos o traço rico (1:3,5) e o traço pobre (1:6,5), fundamentados através das relações deliberadas pelo método. Nesse sentido, os dois traços precisam atender o mesmo intervalo de abatimento determinado. Para cada um dos traços preparados, são desenvolvidos corpos de prova que nas idades pré-estabelecidas serão curados apropriadamente e submetidos ao rompimento (ensaio de compressão). Alicerçado nas leis comportamentais do concreto e com base nas informações adquiridas no procedimento, estruturam-se as relações entre traço de concreto e a relação água/cimento; consumo de cimento e traço, concebendo-se o diagrama/ábaco de dosagem. O diagrama é integrado pelas três curvas reportadas previamente. Com isso, é obtida uma associação entre a resistência à compressão, consumo de cimento, consistência e relação água/cimento, em conformidade ao que representa a Figura 1 (RICCI; PEREIRA; AKASAKI, 2017):

Figura 1 – Diagrama/Ábaco de dosagem dos concretos de cimento Portland



Fonte: Helene; Terzian, 1992.

Método de dosagem INT

O método de dosagem INT foi implementado por Lobo Carneiro no Instituto Nacional de Tecnologia, tendo como parâmetro os estudos de dosagem desenvolvidos por Ary Torres em 1927 no Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (MENEZES, 2017).

Lobo Carneiro foi integrante do grupo técnico inicial do Instituto Nacional de Tecnologia (INT) – originalmente criado em 1933, e, com isso, ao tentar aplicar o método IPT de dosagem de concreto, desenvolvido pelo Engenheiro Ary Torres, encontrou algumas dificuldades provenientes das diferenças entre agregados graúdos britados e aos menores módulos de finura das areias encontrados no Rio de Janeiro em relação às areias mais grossas e pedregulhos usados em São Paulo. O método de finura que o IPT propunha, não orientava quais medidas utilizar para solucionar as problemáticas relacionadas à granulometria da areia. A partir disso, Lobo Carneiro começou a desenvolver um método de dosagem de concretos mais plásticos usando

como base as curvas granulométricas recomendadas pelos pesquisadores Otto Graf e Bolomey (BOGGIO, 2000).

Esse desenvolvimento desencadeou a criação das curvas granulométricas adicionais para diferentes tamanhos de agregados, o que permitiu em 1937 a publicação da obra “Dosagem de concretos plásticos” (LOBO CARNEIRO, 1937). Como consequência disso, a respectiva publicação ainda permitiu a divulgação do método com possibilidades práticas, servindo como base para a execução de trabalhos experimentais e o levantamento de informações, que originaram outro trabalho em 1943, intitulado como “Dosagem dos concretos” (LOBO CARNEIRO, 1953).

Para o desenvolvimento do método, inicialmente, deve-se escolher o tipo de cimento a ser utilizado, e, em sequência determina-se a relação água/cimento conforme as diretrizes de resistência e durabilidade, que serão exigidos com base na estrutura na qual se utilizará o concreto (BOGGIO, 2000).

A relação água/cimento pode ser estabelecida através da seguinte equação (06) matemática, por Abrams:

$$f = \left(\frac{A}{B^x} \right) \quad (06)$$

Na qual A e B são designados como coeficientes cuja determinação é dependente do cimento empregado, e x corresponde à relação água/cimento. Através da Equação 5 é demonstrado um dos fatores mais conhecidos no concreto: quanto maior a relação água/cimento, menor será a resistência alcançada. Dessa forma, os valores A e B da Equação 5, que dependem do cimento, admitem valores médios, uma vez que os ensaios demonstraram que as variações são pequenas quanto estas se referem a cimentos do mesmo tipo, de acordo com as dosagens usuais. Em contrapartida, as diferenças se tornam grandes entre cimentos de tipos distintos. Nesse sentido, Abrams propôs curvas médias para os cimentos CP I, CP I S, CP II, CP III e CP IV, para facilitar a admissão desses valores (VERÇOZA, 1995).

Após o processo em que é adotado o fator água/cimento provisório, que é a relação máxima tolerável para que se obtenha um concreto com a resistência esperada, é necessário classificar a peça que será concretada de acordo com as

condições a qual será exposta. Essa classificação fornece um fator água/cimento que seja ideal para o tipo de construção (MENOSSSI, 2004).

Subsequentemente, é necessário estabelecer o fator água/cimento para as condições de durabilidade no meio ambiente. O fator água/cimento definitivo, que venha a garantir resistência e durabilidade, é o menor dos três. Após definidas essas condições, o método passa a resolver o problema da trabalhabilidade, iniciada através da fixação da relação água/sólidos, através da Lei de Lyse (PETRUCCI, 1998).

Originalmente em 1937, Lobo Carneiro não ordenava quais eram as condições relativas à durabilidade necessárias para definir a relação água/cimento. Entretanto, no ano de 1943, o mesmo passou a determinar esse parâmetro com relação às circunstâncias naturais e exposição, de acordo com a Figura 2.

Figura 2 – Relações água/cimento recomendadas

		EXTREMA	SEVERA	MODERADA
Condições de exposição		Concreto imerso em meio agressivo	Concreto em contato com água sob pressão Concreto alternadamente em contato com água e ar Concreto exposto às intempéries e ao desgaste	Concreto exposto às intempéries Concreto permanentemente imerso em meio não agressivo
Natureza da obra	Peças delgadas	0,48 l/kg ou 20,5 l/saco	0,54 l/kg ou 23,0 l/saco	0,60 l/kg ou 25,5 l/saco
	Peças de grandes dimensões	0,54 l/kg ou 23,0 l/saco	0,60 l/kg ou 25,5 l/saco	0,65 l/kg ou 27,5 l/saco

Fonte: Lobo Carneiro, 1953.

Determinada a relação água/cimento, é necessário determinar a proporção cimento:agregado. Para isso, uma tabela foi proposta por Lobo Carneiro fundamentada na Lei de Lyse, na qual fornece o diâmetro máximo do agregado e o adensamento a ser utilizado, estabelecendo dessa forma, a relação água/mistura seca (VERÇOZA, 1995).

Para definir a relação cimento:agregados (1:m) são utilizados gráficos ou cálculos, em que são alcançados os valores relacionados ao uso do cimento por metro cúbico de concreto. Pelas curvas ideais desenvolvidas por Lobo Carneiro, pode-se definir o percentual de agregado gráudo. Além disso, pode-se obter o teor de areia

subtraindo-se o percentual de agregado graúdo de m , através da relação cimento/agregados (MENOSSSI, 2004).

Segundo Boggio (2000), para tal procedimento utiliza-se a Lei de Lyse, visto que a mesma indica que se fazendo aplicação dos mesmos materiais e fixando a consistência, de acordo com o processo de adensamento e as peças a serem realizadas, a percentagem de água/materiais secos H (%) é independente da relação cimento:agregado ($1:m$). Diante disso, H (%) nos informa em percentagem a proporção da massa de água total e da massa total da mistura seca cimento e agregado. Desse modo, compreende-se que para uma mistura de 1 kg de cimento e m kg de agregado (na qual, m significa a soma de areia e brita), a massa de água adicionada em kg será de: $(H/100) * (1+m)$. Consequentemente, a relação água/cimento (x) dessa mistura em 1 kg de cimento resulta que a quantia de água será $x * (1 \text{ kg})$. Por consequência, ajustando as duas expressões que viabiliza o cálculo referente à quantidade de água da mistura para 1 kg de cimento, obtém-se (Equação 07):

$$x = \frac{H}{100} * (1 + m) \quad (07)$$

De modo que, prefixados x e H , calcula-se m através da equação 08:

$$m = \frac{[(100 * x)]}{H} - 1 \quad (08)$$

Enquanto a porcentagem de cimento $1:m$ é calculada pela equação 09:

$$c(\%) = \frac{100}{1 + m} \quad (09)$$

O valor de H (%) utilizado para o cálculo de m está elencado com a dimensão máxima característica do agregado, conforme a consistência necessária para uma apropriada trabalhabilidade de acordo com as condições e ferramentas de adensamento disponíveis.

Para desenvolver as proporções adequadas entre os agregados constituintes

da mistura, deve-se utilizar as diferentes curvas que foram exploradas no método INT, na qual são representadas as distribuições granulométricas ótimas para uso em misturas cimento-agregado na qual se encontrem distintas dimensões máximas características. Ao misturar os agregados nas proporções ideais, é possível que sejam ajustadas as suas composições granulométricas quanto às curvas ótimas, de modo que o resultado consista em concretos compactos e com uma trabalhabilidade satisfatória perante as diferentes formas de adensamento (BOGGIO, 2000).

Quanto à quantidade de agregados para aplicação no concreto, torna-se necessário que sua composição granulométrica se iguale de forma aproximada com relação às curvas ideais, visto que estas podem ser definidas a partir de três métodos distintos, a saber: método de tentativas, método dos mínimos quadrados e método gráfico. Ao finalizar o procedimento, caso não se tenha obtida a consistência ideal de acordo com a quantidade de água estabelecida pela relação água/cimento, deve-se diminuir, na mesma proporção, a quantidade de areia e de britas em relação à quantidade de cimento (BOGGIO, 2000).

A prática levará ao aumento do uso de aglomerantes, dessa forma resultando no traço mais rico e por consequência mais caro. Caso seja necessário atenuar a quantia de agregados, é recomendável determinar a relação $H\%$ e refazer todo o método de dosagem. Qualquer medida adotada para delimitar o traço inicial, deve ser feita a comprovação da resistência da dosagem, através da moldagem e ruptura de corpos-de-prova, utilizando as idades de referência estabelecidas (BOGGIO, 2000).

Uma das principais prerrogativas desse método é que a sua dosagem pode ser executada com reduzido número de ensaios laboratoriais, desde que seja caracterizada a granulometria dos agregados, podendo ser dispensada, a partir do conhecimento da composição da localidade (PETRUCCI, 1998), além de sua sequência ser de fácil didática (VERÇOZA, 1995).

Método de dosagem ITERS

Em meados dos anos de 1951, os métodos vinculados à determinação do traço no processo produtivo do concreto, mesmo aqueles que já tivessem passado por adaptações para atender às particularidades locais, não se mostraram eficientes no estado do Rio Grande do Sul. Essas interferências podem ser compreendidas

assentes nas propriedades dos materiais, tais como: variedades de cimento existentes, propriedades dos agregados graúdos, cujo material de origem seja o granito, quer seja o diabásio, associados à variação relativa à granulometria do agregado miúdo, apresentando módulos de finura com valores em intervalos de 1,50 e 3,50, contribuíram para dificuldade e insucessos no processo de proporção dos materiais do concreto (PETRUCCI, 1965 *apud* BOGGIO, 2000).

O método IPT, introduzido pelo professor Ary Torres no ano de 1927, e o método INT, desenvolvido pelo professor Lobo Carneiro no período de 1937 e 1947, não se adequaram a fim de serem aplicados na produção do concreto em decorrência da diversidade de materiais existentes na região. Diante desse cenário, o professor Eládio Petrucci, na época membro da Seção de Aglomerantes e Concretos do Instituto Tecnológico do Estado do Rio Grande do Sul (ITERS), hodiernamente, Fundação de Ciência e Tecnologia do Estado do Rio Grande do Sul (CIENTEC), desenvolveu no mesmo período, no ano de 1951, o método de dosagem ITERS, de caráter experimental, com o intuito de obter concretos destinados à aplicação na construção civil (PETRUCCI, 1965 *apud* BOGGIO, 2000).

As observações de Petrucci permitiram compreender que o concreto de maior densidade, depois de ser lançado na forma e adensado, poderia não ser suficientemente trabalhável no estado fresco, e assim, diante a exigência de concretos mais resistentes, seria imprescindível processos mais enérgicos para o adensamento que requerem um trabalho de maior especialização e um uso maior de energia de compactação. Perante esse raciocínio, a estratégia consiste em produzir concretos dando ênfase na sua trabalhabilidade. Portanto, no que se refere à avaliação e análise da propriedade citada e considerando a dinâmica do método de adensamento, Petrucci adotou pelo ensaio de remoldagem de Powers, cumprindo-se diversos estudos com os típicos agregados utilizados na capital do estado do Rio Grande do Sul, sendo respectivamente o seixo rolado e pedra britada, buscando manter as mesmas propriedades de trabalhabilidade, proporcionando um bom comportamento para que o concreto se adeque a diversos formatos geométricos, processo de transporte, lançamento e adensamento (PETRUCCI, 1965 *apud* BOGGIO, 2000).

O método ITERS, inicialmente, corresponde em determinar a proporção ótima da areia, a qual está relacionada à porção total de agregados do concreto, definido pela relação areia/agregado graúdo (a/m) e do teor H , sendo esse estabelecido pelo

fator água/materiais secos, o teor de água da mistura dividido pelo total de materiais secos referentes ao cimento e agregados, estabelece uma relação com o fator água/cimento (x), conforme pode ser expressa pela equação 10, a seguir. Esses dados são a base e devem ser parâmetros para determinar uma trabalhabilidade que atenda às condições de obra e uma relação m = massa total do agregado/massa de cimento da mistura assumindo um valor aproximado ao do traço procurado (MENEZES, 2017).

$$H(\%) = \frac{(x)}{1 + m} x 100 \quad (10)$$

sendo, respectivamente:

$H(\%)$ = relação água/ (cimento + agregados);

x = relação água/cimento;

m = massa total de agregado/massa de cimento.

A fim de verificar a trabalhabilidade do concreto no estado fresco, o método se baseia por intermédio do ensaio de remoldagem de Powers ou em situações de menor precisão, conforme o abatimento de tronco de cone de Abrams. De acordo com Petrucci (1995), no ensaio de remoldagem Powers, o índice de remoldagem obtido é determinado através do número de golpes necessários permitindo que o concreto passe do formato tronco-cônico do molde de Abrams à forma cilíndrica característica do aparelho padrão, cujo equipamento é normalizado pela ASTM C 124-39. Caso o adensamento seja realizado de forma manual, recomenda-se aplicar o ensaio com o aparelho de Powers disposto em uma mesa de consistência. Por outro lado, se o adensamento do concreto for realizado mediante vibração mecânica, a trabalhabilidade da mistura poderá ser verificada por intermédio do aparelho de Powers montado sobre uma mesa vibratória elétrica (aparelho de remoldagem de Powers modificado por Wuerpel) (SOBRAL, 1990).

Para definição da porcentagem de areia no agregado total, deve-se estabelecer um traço 1: m (em massa) que intuitivamente aproxima-se do traço desejado. O valor estimado de m poderá ser determinado com base no fator água/cimento (x) atribuído para que se possa alcançar a resistência e durabilidade do projeto e considerando,

através da relação H (%), obter a trabalhabilidade da mistura. Assim sendo, para se determinar as relações ótimas de a/m e de H , os laboratoristas devem ensaiar, para cada relação a/m , as múltiplas relações de H (BOGGIO, 2000).

A relação m do traço inicial, é estabelecida fixando-se a relação x , a qual pode ser substituída na relação H . Essa relação deverá começar com $H=5\%$, crescendo de 1% em 1% de forma a serem obtidas misturas com $H = 6\%$, $H=7\%$, $H=8\%$ e $H=9\%$, cuja trabalhabilidade seja alcançada adequadamente. Nessa etapa experimental, é importante observar algumas características de consistência e de resistência à segregação das misturas de concreto. A proporção ótima da relação de areia no agregado total (a/m) aplicar-se-á em percentuais variando de 5 em 5% para várias misturas experimentais de um mesmo traço (BOGGIO, 2000).

Através da relação ótima de areia/agregado gráúdo (a/m) e do teor água/materiais secos (H), para que alcance a trabalhabilidade almejada, deve-se dar a importância à granulometria dos agregados, às condições superficiais e ao formato dos grãos. Entretanto, se o material não for adequado na perspectiva granulométrica, Petrucci orienta que a mistura terá de ser corrigida adequadamente de 2 ou 3 materiais locais. À vista disso, diante a variedade dos agregados, a mistura preliminar dos materiais irá conduzi-los a agregados gráudos e miúdos adequados para a sua aplicação na obra (BOGGIO, 2000).

Discussão

O método ABCP pode ser classificado como um modelo essencialmente empírico, embasado em quadros e tabelas, assumindo valores médios, que possibilitam elaborar um roteiro de fácil compreensão e prático em passos ordenados a serem seguidos para estabelecer a proporção dos materiais que constituem o concreto. Ademais, a sequência desse método pode ser facilmente seguida por técnicos inexperientes ou engenheiros de acompanhamento de obras, que comumente são pouco familiarizados às práticas laboratoriais. O método considera com objetividade os importantes aspectos que envolvem os critérios necessários ao atendimento das características dos concretos para sua aplicação nos elementos *in loco* (BOGGIO, 2000).

Conforme Boggio (2000) torna-se possível definir o traço inicial adotado pelo

método ABCP a contar de informações simples da caracterização dos materiais que compõem o concreto. Os ensaios para obter tais informações são práticos e simples, como as composições granulométricas, os módulos de finura e as massas unitárias e específicas. A praticidade do método se faz presente nas estratégias de controle e ajuste, nas etapas do processo de dosagem, adotando como critério de referência da trabalhabilidade, o valor do abatimento. Esse método objetiva fornecer misturas plásticas com baixo teor de areia e menores consumos de pasta, proporcionando traços iniciais mais econômicos, levando em conta que a correção das misturas argamassadas em excesso é mais difícil.

Compreende-se que nesse processo de correção do traço, na tentativa de aumentar a consistência por meio do aumento da proporção de água e preservando de modo constante o fator água/cimento, há uma tendência natural do aumento no consumo do aglomerante, constituindo um dos fatores de encarecimento do traço, que cumpra com as condições mecânicas, mas, no entanto, se considera economicamente inviável (VERÇOZA, 1986 *apud* RODRIGUES, 1990).

O método de dosagem IPT, no que lhe concerne, está alicerçado em preceitos de que a relação água/cimento seria o elemento primordial da dosagem do concreto, visto que com essa relação prescrita adequadamente e com os insumos apropriados, a resistência torna-se satisfatória e o uso do concreto é diminuído. Ainda, é admissível reiterar que quanto maior a dimensão do agregado empregado e menor o valor do *slump test*, menos dispendioso se torna o produto final (HELENE; TERZIAN, 1992).

O autor Petrucci (1995) enfatiza ainda que a característica de destaque do método em questão é a de utilizar os agregados em disponibilidade nas obras a partir da ausência de conhecimento preambular da proporção relativa das massas dos diferentes tamanhos dos grãos que constituem o agregado, expressa em percentagem. Em virtude disso, leva-se em consideração o conhecimento acerca dos demais materiais que constituem o concreto, isto é, as propriedades físicas de tais materiais devem ser aferidas, visto que os mesmos exercem direta influência na dosagem do concreto.

Nesse sentido, o método IPT é apontado como um procedimento sobretudo empírico capaz de proporcionar a obtenção de um gráfico de dosagem válido para qualquer resistência estimada ao nível dos concretos tradicionais, tornando-se inobstante a necessidade de execução de novas misturas para a reparação da

dosagem. Como benefícios desse método, destacam-se a rapidez e a praticidade na execução, na hipótese de que o profissional tecnólogo tenha conhecimento a respeito de dosagem (MENEZES, 2017).

Toralles *et al.* (2018) explica que a dosagem do IPT, apesar de apontada como uma metodologia laboriosa se comparada às demais, fornece ábacos de dosagem próprios, utilizando nas combinações experimentais os mesmos elementos que serão usados na produção dos concretos de aplicabilidade real. Assim sendo, a referida técnica possibilita que a potencialidade dos materiais integrantes da mistura seja melhor aproveitada, retirando deles o limite de sua performance mecânica. Com base nisso, torna-se possível reiterar que o método possui capacidade de proporcionar um melhor custo-benefício a princípio.

Em síntese, o método IPT verifica os seguintes aspectos: trabalhabilidade usual do concreto de forma qualitativa (estabilidade, plasticidade e bombeabilidade); consistência do concreto; resistência característica do concreto aos 28 dias (*fck*); relação do fator água/cimento (sendo o indicador mais significativo para os concretos estruturais, tanto para resistências mecânicas, quanto durabilidade); obtenção das frações de areia e pedra britada para cada unidade de cimento; e diâmetro máximo dos agregados (SILVA, 2020). Desse modo, o método em questão apresenta interesses à consecução de traços com teores mínimos de argamassa, os quais propiciem o atendimento das atividades atreladas ao concreto na obra/empreendimento (BOGGIO, 2000).

Quanto ao método INT de Lobo Carneiro, ressalta-se a vantagem do mesmo ser executado com o mínimo de ensaios laboratoriais possíveis, sendo necessárias apenas as classificações das composições granulométricas dos agregados, podendo ser dispensadas diante dos conhecimentos das composições médias em dadas localidades. Ao obter os valores referentes às granulometrias de diferentes agregados de uma respectiva região, é possível determinar a disposição granulométrica de dois ou mais agregados, que podem ser designados de acordo com as faixas estabelecidas pelo Lobo Carneiro. No método é adotado faixas de granulometrias ótimas, no lugar de curvas únicas, da mesma forma que Otto Graf, podendo significar sua prática duvidosa ou até mesmo se tornar impraticável. As estruturas granulométricas das faixas contínuas recomendadas por Lobo Carneiro são referentes às diferentes dimensões máximas características do agregado total variando entre 9,5

mm e 76 mm, na qual possibilita o adensamento de diferentes maneiras, o método de adensamento pode variar do manual até o vibratório intenso (PETRUCCI, 1998; BOGGIO, 2000).

Lobo Carneiro (1937) define granulometria ótima como aquela em que se concede à mistura de concreto uma elevada compacidade e aquela na qual resulta no menor uso de cimento quando estabelecida de forma igualitária a consistência e relação água/cimento. Diante a fixação do consumo de cimento e escolha da consistência, pode-se definir a disposição granulométrica favorável quanto à mistura total, proveniente dos materiais secos. Admite-se que os valores elevados de resistência não possuem ligação direta com o enriquecimento da granulometria, mas dos efeitos quanto à diminuição da porosidade da pasta, provenientes da redução de vazios e do menor teor de água de amassamento. A melhor distribuição granulométrica dos agregados resulta em uma maior compacidade do concreto, contribuindo para uma massa de concreto com menores imperfeições durante a execução de lançamento e adensamento (BOGGIO, 2000).

As curvas “ótimas” que foram desenvolvidas por Lobo Carneiro (1937), partiram dos agregados e areias da região do Rio de Janeiro, logo quando usados agregados diferentes para o desenvolvimento das curvas, pode-se resultar em um concreto de aspecto ruim. O emprego das composições granulométricas “ótimas” é relativo, pois varia de acordo com a composição material. Desse modo, compreende-se que o desenvolvimento inicial quanto à relação água/materiais secos na dependência das dimensões máximas características do agregado e do adensamento a ser utilizado, não resulta em um abatimento prefixado.

Para Boggio (2000) o que difere o método INT dos métodos ABCP e IPT, é que o método INT exige uma maior aplicabilidade quanto ao trabalho de cálculo com relação às quantidades dos agregados e do cimento que venham a resultar no traço de concreto básico buscado. Com isso, alternativas podem ser utilizadas para determinar o traço, de modo que as composições granulométricas venham se aproximar das curvas ótimas determinadas pelo método, podendo ser utilizados o método das tentativas, o método dos mínimos quadrados e o método gráfico.

Em geral, os traços inicialmente determinados através do método devem ser ajustados para regularizar a relação água/cimento conforme a consistência almejada. Dessa forma, tornam-se necessárias correções da relação água/materiais secos, o

que leva a análise das novas relações agregado/cimento de partida. Diante disso, o método pode ser classificado como trabalhoso, já que sugere várias etapas de trabalho experimental. Na proporção do concreto, caso sejam utilizadas britas e areias naturais, o método irá apresentar vantagem, pois os materiais constituintes da mistura granulométrica são provenientes de boa trabalhabilidade e compacidade perante as condições de adensamento.

Como característica basilar, o método INT norteia-se diretamente à composição granulométrica de todos os agregados. Ao utilizar o método gráfico de mistura, são visualizadas as alternativas de composições granulométricas dos agregados disponíveis que mais se igualem com as curvas ideais recomendadas pelo método. Dessa forma, o método INT, assim como o método ABCP, propicia de forma direta o alcance de traços com relações água/cimento estabelecidos sem a necessidade de utilização de diagramas de dosagem.

O único método entre os quatro abordados que estima o teor de argamassa é o método ITERS, no qual leva em consideração o efeito do adensamento, verificando com rigor a trabalhabilidade. Esse método não dispõe de nenhum modelo de tabela, forma ou curva que auxilie definir previamente a correlação entre o fator água/cimento e a resistência à compressão. Assim, no momento em que for escolhido o cimento e os agregados que serão aplicados com o propósito de estabelecer a proporção dos insumos para o concreto, passar-se-á determinar em laboratório o teor de argamassa ideal e a relação água/materiais secos que definem os traços de concreto que possibilitam a construção das curvas de Abrams nas idades de referência previstas (BOGGIO, 2000).

O método de dosagem ITERS do Prof. Petrucci, desenvolvido com diferentes materiais em disponibilidade na região de Porto Alegre, cujo intuito está voltado em desenvolver a dosagem para concretos e que esse venha a ser aplicado sem restrições, diferencia-se dos métodos ABCP e INT exatamente por ser produzido com diversos materiais. Os passos envolvidos na determinação dos traços permitem ampliar conhecimentos dos materiais disponíveis e das possíveis influências sobre a trabalhabilidade das misturas, assim como a tendência à exsudação e/ou segregação dos materiais (BOGGIO, 2000).

Considerações Finais

O estudo para se obter a dosagem na produção do concreto almeja a mistura ideal e econômica a partir dos materiais locais disponíveis e aplicados nessa atividade, e que cumpra com as propriedades do concreto, como trabalhabilidade, resistência mecânica, durabilidade, deformabilidade e sustentabilidade. Diante disso, a importância de determinar a dosagem do concreto é alcançar a melhor proporção de seus materiais constituintes, para que esse atenda com desempenho ideal e cumpra com as responsabilidades da sua aplicação nos elementos construtivos. Portanto, o traço do concreto consiste em uma relação entre as quantidades de materiais utilizados em sua produção, sendo estes o cimento, o agregado graúdo, o agregado miúdo e a água. A dosagem da água deve ser determinada com atenção, pois sua relação com o cimento exerce alta influência na resistência do concreto.

Os métodos de dosagem apresentam suas individualidades entre si, entretanto, certos parâmetros são comuns a todos, tais como o cálculo da resistência média de dosagem e a relação de resistência à compressão com o fator água/cimento. Em situações de estudos para que a dosagem atenda uma resistência particular do projeto, não se deve de modo algum negligenciar os aspectos sustentáveis e econômicos, critérios esses que embasam uma pesquisa contemporânea de dosagem.

O estudo de dosagem, o processamento e o controle tecnológico da mistura são três razões práticas e fundamentais para instruir-se das propriedades que envolvem a trabalhabilidade do concreto. A trabalhabilidade se refere às características do concreto no estado fresco. Existem diversos fatores a serem considerados para que atenda a esse quesito, sendo estes não independentes entre si, complicando o bom desempenho do material pela sua capacidade de interação, como as propriedades do cimento, tempo decorrido de produção, propriedades dos agregados, em especial, a forma, a distribuição granulométrica, porosidade e textura, a presença de aditivos e adições e a proporção dos materiais constituintes da mistura. Assim, o ensaio realizado para verificar a trabalhabilidade do concreto convencional normalmente é o abatimento de tronco de cone, que fornece a consistência, permitindo garantir a constância do fator água/cimento.

Em síntese, o surgimento dos métodos de dosagem enquadra-se como ferramenta elementar de fundamental importância no que diz respeito ao alcance de melhores desempenhos físico-mecânicos, propiciando, desse modo, níveis superiores de qualidade, com custos consideravelmente baixos. Nesse sentido, o objetivo do proporcionamento do concreto vincula-se à escolha dos materiais adequados entre aqueles disponíveis e a associação que garanta mais economia e promova resultados em um concreto com características de desempenho mínimo pré-estabelecido.

Referências

AHMED, Mohd, ISLAM, Saiful, NAZAR, Sohaib, KHAN, Roohul. Comparative study of popular concrete mix design methods from qualitative and cost-effective point of view for extreme environment. *Arabian Journal for Science and Engineering*, v. 41, n. 4, p. 1403-1413, 2016.

ANDRADE, Bruno Souza Oliveira. *Concreto armado: um estudo sobre o processo histórico, características, durabilidade, proteção e recuperação de suas estruturas*. 2016. 72 p. Monografia – (Curso de Especialização em Construção Civil), Universidade Federal de Minas Gerais, Rio de Janeiro, 2016.

BOGGIO, Aldo J. *Estudo comparativo de métodos de dosagem de concretos de cimento Portland*. 2000. 182 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

FONSECA, Gustavo Celso da. *Adições minerais e as disposições normativas relativas à produção de concreto no Brasil: uma abordagem epistêmica*. 2010. 106 p. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

GIL, Antônio Carlos. *Como elaborar projetos de pesquisa*. São Paulo: Atlas, 2017.

HELENE, Paulo R. L. e TERZIAN, Paulo. *Manual de dosagem e controle do concreto*. São Paulo: Pini, 1992.

HELENE, Paulo. *CONCRETO: Ensino, Pesquisa e Realizações*. In: Capítulo 15: Dosagem dos Concretos de Cimento Portland. São Paulo: Ibracon, 2005.

LOBO CARNEIRO, F. L. *Dosagem de concretos plásticos*. Rio de Janeiro, Brasil: Instituto Nacional de Tecnologia, 1937.

LOBO CARNEIRO, F. L. *Dosagem de concretos*. Rio de Janeiro, Brasil: Instituto Nacional de Tecnologia, 1953.

MACHADO, Cristiane e FERREIRA, Larissa Barbosa. EDUCAÇÃO INTEGRAL E ESCOLA DE TEMPO INTEGRAL: mapeamento da produção científica em periódicos (2008 a 2017). *Revista Exitus*, v. 8, n. 3, p. 87 – 112, 2018.

MARMITTI, Benno Aluisio, BEZ, Anderson, DIDONE, Jorge Augusto, PACHECO, Thiago Loi, VALDAMERI, Cledison Zatta. *Estudo comparativo de métodos para dosagem de concreto*. Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 2016.

MARTELLI, Anderson, OLIVEIRA, Alexandre José de Filho, GUILHERME, Carolina Doricci, DOURADO, Fabio Francisco Mazzocca, SAMUDIO, Edgar Manuel Miranda. Análise de metodologias para execução de pesquisas tecnológicas. *Brazilian Applied Science Review*, v. 4, n. 2, p. 468-477, 2020.

MARTINS, Letícia Matias e RODRIGUES, Rômulo Ulysses Vieira. Dosagem de concreto utilizando o método do IPT. *Científica Univiçosa*, v. 10, n. 1, p. 955-960, 2018.

MEHTA, P. Kumar e MONTEIRO, Paulo. J. M. *Concreto: microestrutura, propriedades e materiais*. São Paulo: Ibracon, 2014.

MENEZES, Ítalo Ramon Carvalho de. *Avaliação de alguns métodos de dosagem para concretos convencionais quando utilizados os materiais comercializados no estado de Sergipe*. 2017. 63 p. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe, Aracaju, 2017.

MENOSSEI, Rômulo Tadeu. *Utilização do pó de pedra basáltica em substituição à areia natural do concreto*. 2004. 110 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Ilha Solteira, 2004.

MOHAMAD, Mazizah Ezdiani, MAHMOOD, Ali A., MIN, Alicia Yik Yee, KHALID, Nur Hafizah A. A Review of the Mechanical Properties of Concrete Containing Biofillers. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, v. 160, p. 1-9, 2016.

MOREIRA, Marco Antonio e RIZZATTI, Ivanise Maria. Pesquisa em ensino. *Revista Internacional de pesquisa em didática das ciências e matemática*, v. 1, p. 1-15, 2020.

OLIVEIRA, Acly Ney Santiago de, SILVA, Walyson Lopes da, CABRAL, Stênio Cavalier, PORTO, Thiago Bomjardim e SALOMÃO, Pedro Emílio Amador. Elaboração de tabelas para dosagem de concreto com base nos agregados utilizados no Nordeste Mineiro. *Research, Society and Development*, v. 7, n. 4, p. 1-21, 2018.

PASINI, Bruno Frigo e VARGAS, Alexandre. *Avaliação experimental da utilização de concreto fresco após 150 minutos, adicionando aditivo para correção do abatimento*. 2015. 19 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2015.

PETRUCCI, Eladio Geraldo Requião. *Concreto de cimento Portland*. São Paulo: Globo, 1995.

PETRUCCI, Eladio Geraldo Requião. *Concreto de Cimento Portland*. São Paulo: Globo, 1998.

RICCI, Bruna de Oliveira Lima, PEREIRA, Adriana Maria, AKASAKI, Jorge Luís. Estudo de Dosagens Visando Obter Concretos para Obras de Pequeno Porte. *Periódico Eletrônico Fórum Ambiental de Alta Paulista*, v. 13, n. 1, p. 182-194, 2017.

RODRIGUES, Públio P. F. *Parâmetros de dosagem do concreto*. ABCP, ET – 67. São Paulo, 1990.

SILVA, Gabriel Santos. *Dosagem de concretos convencionais utilizando materiais comercializados no estado de Sergipe pelo método IPT/EPUSP*. 2020. (Monografia). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe, Aracaju, 2020.

SOBRAL, Hernani Sávio. *Durabilidade do concreto ET – 43*. São Paulo: ABCP, 1990.

SOUZA, Marcelo Tramontin, WERMUTH, Tiago Bender, ARCARO, Sabrina, PEREIRA, Fabiano Raupp, OLIVEIRA, Antonio Pedro Novaes de (2020). Desempenho de concretos preparados com cimentos Portland CP IV e CP V utilizando o método de dosagem IPT/EPUSP: um estudo de caso. *TECNO-LÓGICA*, v. 24, n. 2, 221-227, 2020.

TORALLES, Berenice Martins, COUTO, Álisson Franco do, NOGUEIRA, Geovana Souza Ferreira, Sandoval, Gersson Fernando Barreto, ALVES, Guilherme Perosso, SOUZA, Isabela Cristina de, PAULINO, Rafaella Salvador. Estudo comparativo de diferentes métodos de dosagem de concretos convencionais. *Revista de Engenharia e Tecnologia*, v. 10, n. 1, p. 184-198, 2018.

TUTIKIAN, Bernardo F. e HELENE, Paulo R. L. *Dosagem dos concretos de cimento Portland*. Florianópolis: Ibracon, 2011.

VERÇOZA, E. J. (1995). *Dosagem de concreto*. (Apostila). Passo Fundo, Brasil, 1995.

XIE, Ning. *Mechanical and environmental resistance of nanoparticle-reinforced pavement materials*. In Chapter 10: Innovative Developments of Advanced Multifunctional Nanocomposites in Civil and Structural Engineering. Woodhead Publishing. p. 217-246, 2016.

VAN DAMME, Henri. Concrete material science: Past, present, and future innovations, *Cement and Concrete Research*, v. 112, p. 5-24, 2018.

WANGLER, Timothy, ROUSSEL, Nicolas, BOS, Freek. P, SALET, Theo. A. M., Flatt, Robert. J. Digital Concrete: A Review. *Cement and Concrete Research*, v. 123, p. 1-17, 2019.

WATERS, Colin Neil e ZALASIEWICZ, Jan. Concrete: The Most Abundant Novel Rock Type of the Anthropocene. *Encyclopedia of the Anthropocene*, v. 1, p. 75–85, 2018.

Processo de Avaliação por Pares: (*Blind Review* - Análise do Texto Anônimo)

Revista Científica Vozes dos Vales - UFVJM - Minas Gerais - Brasil

www.ufvjm.edu.br/vozes

QUALIS/CAPES - LATINDEX: 22524

ISSN: 2238-6424