



**FAPAC- FACULDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS
INSTITUTO TOCANTINENSE PRES. ANTÔNIO CARLOS PORTO S.A
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

FÁBIO BARREIRA GUIMARÃES

**CURVAS DE DOSAGEM PARA CONCRETO CONVENCIONAL E PRODUZIDO
COM MATERIAIS DA REGIÃO DE PORTO NACIONAL**

PORTO NACIONAL - TO

2018

FÁBIO BARREIRA GUIMARÃES

**CURVAS DE DOSAGEM PARA CONCRETO CONVENCIONAL E PRODUZIDO
COM MATERIAIS DA REGIÃO DE PORTO NACIONAL**

Projeto de Pesquisa apresentado ao
ITPAC PORTO (Instituto Tocantinense
Presidente Antônio Carlos – ITPAC Porto
Nacional) como requisito parcial de
aprovação da disciplina de TCC1.

Orientador: Prof. Esp. José Silvério de
Oliveira Junior

PORTO NACIONAL - TO

2018

TERMO DE APROVAÇÃO

Curvas de Dosagem para Concreto Convencional e Produzido Com Materiais da
Região de Porto Nacional

Por:

FÁBIO BARREIRA GUIMARÃES

Projeto de Pesquisa apresentado ao Programa de Graduação em Engenharia Civil,
do Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos, como requisito parcial de para
o título de bacharel em Engenharia Civil.

Projeto de pesquisa defendido em ____ de _____ de 2018, pela banca
examinadora constituída pelos professores:

Prof. Esp. José Silvério de Oliveira Junior
Orientador

Saulo José Vasconcelos Ferreira
Eng. Civil – Esp. Em Tecnologia e Gerenciamento de Obras

Membro titular

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus que iluminou o meu caminho durante esta caminhada. Agradeço também a minha namorada Monique Mendes que de forma especial e carinhosa me deu força e coragem, me apoiando nos momentos de dificuldade.

E não deixando de agradecer de forma grata e grandiosa meus pais, Liomar e Jeruza, a quem eu agradeço todas as noites a minha existência.

Agradeço também a todos os professores que me acompanharam durante a graduação, em especial ao Prof. Ângelo Ricardo Balduino, responsáveis pela realização deste trabalho.

DEDICATÓRIA

A minha família, por sua capacidade de acreditar e investir em mim. Mãe, seu cuidado e dedicação foi que deram, em alguns momentos, a esperança para seguir. Pai, sua presença significou segurança e certeza de que não estou sozinho nessa caminhada.

A minha namorada Monique, pessoa com quem amo partilhar a vida. Com você tenho me sentido mais vivo de verdade. Obrigado pelo carinho, a paciência e por sua capacidade de me trazer paz na correria de cada semestre.

RESUMO

Várias metodologias de dosagem de concreto, teóricas ou experimentais, têm sido desenvolvidas e utilizadas no meio técnico da engenharia civil. No entanto, estes métodos quase sempre, exigem uma boa infraestrutura laboratorial para o seu desenvolvimento. Desta forma, este trabalho propõe criar curvas de dosagem para concreto convencional e produzido com materiais da região de Porto Nacional, para ser utilizada como uma ferramenta para a obtenção de qualquer traço dentro da dos limites da curva para o concreto a partir da resistência à compressão (f_{c28}) requerida pelo projeto concreto, ou seja, quantidades de água, cimento, areia e seixo sem a necessidade de se criar um traço para cada resistência e também de antecipar os resultados do em no mínimo 21 dias, pois com sete dias já dá para verificar se o traço adotado encontra-se dentro da resistência desejada, sem que necessariamente se disponha de muito aparato laboratorial.

Palavra-Chave: Dosagem. Concreto. Curvas. Ábaco.

ABSTRACT

Several methodologies of concrete dosage, theoretical or experimental, have been developed and used in the technical environment of civil engineering. However, these methods always require a good laboratory infrastructure for their development. Thus, this work proposes to create dosing curves for conventional concrete and produced with materials from the Porto National region, to be used as a tool to obtain any trace within the curve boundaries for the concrete from the compressive strength (f_{c28}) required by the concrete project ie amounts of water, cement, sand and pebble without the need to create a trace for each resistance and also to anticipate the results of in at least 21 days, because with seven days already check if the trait adopted is within the desired resistance, without necessarily having a lot of laboratory equipment.

Keywords: Dosage. Concrete. Curves. Abacus.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Slump Test.....	13
FIGURA 2 - Mistura dos agregados e aglomerantes.....	15
FIGURA 3 - Adaptação do Método de dosagem.....	19

LISTA DE TABELAS E GRÁFICOS

TABELA 3: Principal ponto fornecedor de areia lavada que abastece a cidade de Porto Nacional–TO.....	21
TABELA 4: Cronograma.....	23

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	Erro! Indicador não definido.
1.1 JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA DO TEMA	10
1.2 HIPÓTESE	11
1.3 OBJETIVOS	11
1.3.1 Objetivo geral:	11
1.3.2 Objetivos específicos:	11
1.4 PROBLEMA DE PESQUISA	12
1.5 JUSTIFICATIVA	12
2 REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1 DOSAGEM DE CONCRETO.....	13
2.2 MÉTODOS DE DOSAGEM DO CONCRETO	15
2.2.1 Breve Histórico	15
2.2.2 Dosagem	17
2.2.3 Método IPT/EPUSP	18
2.2.4 A dosagem pelo método do CIENTEC segue a seguinte sequência:	18
4 MATERIAL E MÉTODOS	20
5 CRONOGRAMA	21
6 RESULTADOS ESPERADOS	22
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24

1 INTRODUÇÃO

1.1 JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA DO TEMA

O concreto como material de construção é empregado desde a época do Império Romano, quando se utilizavam as misturas de cal e cinza vulcânica nas suas edificações.

Existem diferentes tipos de concreto no mercado e cada um tem uma finalidade diferente. O concreto é um material amplamente utilizado na construção civil, pois possui propriedades que o tornam muito mais viável em relação a outros materiais como o aço.

Podem-se listar vantagens como resistência à água, a obtenção de diversas formas e tamanhos por elementos estruturais feitos de concreto e seu baixo custo podendo, inclusive, ser fabricado no local da obra.

Com o surgimento do cimento Portland (1824) e sua posterior consolidação como material da construção civil, o uso do concreto tornou-se quase que imperativo. Todavia, na fase inicial, as proporções de cimento, agregados e água, eram estabelecidas sem nenhum critério técnico ou científico sendo disponibilizadas e adotadas na forma de “receitas”.

A mistura de cimento Portland, água, agregado graúdo e miúdo resulta nesse material de construção que se tornou tão essencial na área de engenharia civil, além disso, seu uso remonta vários séculos atrás sendo utilizado até pelos romanos para a construção de seus imponentes edifícios.

Devido ao aumento da complexidade das estruturas que têm sido feitas, em nossa contemporaneidade, deparamo-nos com uma exigência cada vez maior da qualidade do concreto para que este atenda todos os requisitos a fim de que o resultado final de um projeto tenha qualidade e, principalmente, segurança.

Dessa forma, podemos afirmar que houve a necessidade de se evoluir o concreto comum feito da mistura de cimento Portland para que certos parâmetros fossem satisfeitos.

No mercado atual existem alguns tipos de concretos como, convencional que terá uma ênfase nesse projeto, mais também tem outros, o usinado, concreto de alta resistência, auto adensável entre outros.

1.2 HIPÓTESE

A granulometria e a proporção dos agregados influenciam tanto na resistência mecânica do concreto, e na consistência da mistura fresca.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo geral:

A obtenção de curvas de dosagem para concreto convencional determinados através do método IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas) que permitam, alcançar elevadas resistências com o menor consumo de cimento possível.

1.3.2 Objetivos específicos:

- Identificar a tipologia e as características físicas e granulométricas dos agregados miúdos e graúdos, seixo e brita disponíveis na cidade de Porto Nacional –TO;
- Produzir, com os materiais disponíveis na cidade de Porto Nacional, curvas de dosagem de concreto, utilizando o Método de Dosagem IPT para definir em qualquer situação uma dosagem para qualquer resistência entre os limites máximo e mínimo da curva construída sem que seja necessário desenvolver novo traço e ter que aguardar 28 dias para obtenção dos resultados;
- Determinar através da curva de dosagem, o traço em que a resistência da brita passa a ser mais econômica que o seixo. Levando em consideração as quantidades para produzir 1 m³ de concreto em com os preços comercializados na cidade de Porto Nacional;

- Determinação do teor de argamassa;
- Correção da umidade

1.4 PROBLEMA DE PESQUISA

A variabilidade é resultante de uma série de fatores. No entanto, o uso de “receitas”, cuja origem muitas vezes é baseada na utilização de materiais com características distintas dos de uso local, pode ser um fator preponderante nesta variação de resultados, principalmente se considerado que estas “receitas” são processadas de forma empírica, por pessoas despreparadas e em equipamentos rudimentares.

É neste cenário que enquadramos esta pesquisa buscando, em um primeiro momento, conhecer as características dos materiais disponíveis na região de Porto Nacional. Para em seguida, através do estudo de dosagem experimental, criar curvas de dosagem usando método IPT/EPUSP de dosagem de concreto.

1.5 JUSTIFICATIVA

Esse projeto tem o intuito, de obter uma curva de dosagem, para melhorar a resistência, porosidade do concreto, melhorando sua trabalhabilidade, assim facilitando a obtenção de um traço concreto com aspecto uniforme em diferentes resistências tanto baixas como altas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 DOSAGEM DE CONCRETO

Para o cidadão comum, o material concreto nada mais é do que a mistura de cimento, areia, pedra e água. No meio técnico o concreto é entendido, quando visto de uma maneira simplista, como o resultado da combinação de cimento, agregado, água e em algumas situações aditivos.

Expressões como dosagem e traço ainda confundem engenheiros e usuários do concreto. Tango (1993) entende a palavra dosagem como “o ato de dosar ou o conjunto de procedimentos e decisões que permitem o estabelecimento do traço de concreto”, enquanto que traço “é a forma de se dizerem as doses, que são proporções relativas, ou quantidades dos materiais que constituem o concreto”.



Figura 1: Mistura na betoneira
Fonte: Portal do Engenheiro (2018)

Basílio (1977) conceitua que a dosagem de concreto não é tão complexa de forma que não se possa apresentar solução, mas também não é tão simples a ponto

de tornar-se o mero manuseio de umas poucas fórmulas matemáticas. No seu entender, deve-se dosar o concreto para determinar as proporções mais adequadas entre os diversos componentes da mistura com o objetivo de atender principalmente aos requisitos da:

- a) Resistência da obra;
- b) Ser suficientemente durável no ambiente em que for colocado;
- c) Ter uma aparência satisfatória quando ficar em exposição;
- d) Atender satisfatoriamente às condições de mistura, transporte, lançamento e adensamento e;
- e) Ser o mais econômico possível.

Sobral (1980) apresenta como objetivo principal da dosagem do concreto “...encontrar a mistura mais econômica para a obtenção de um concreto com características capazes de atender às condições de serviço, utilizando os materiais disponíveis”. Como decorrência, entende este autor que para um estudo de dosagem faz-se necessário o conhecimento dos seguintes parâmetros:

- a) Condições ambientais;
- b) Resistência característica do concreto;
- c) Padrão de qualidade da obra;
- d) Idade para a resistência exigida;
- e) Processo de adensamento a ser utilizado;
- f) Dimensões das peças e espaçamento das barras das armaduras;
- g) Granulometria dos agregados;
- h) Capacidade da betoneira.

Silva (1991) considera que no estudo da dosagem do concreto faz-se necessário conhecer as características da obra, dos materiais e do concreto. Em decorrência disso, conceitua a dosagem experimental como “a determinação das porcentagens dos componentes do concreto, de modo a se obter um concreto econômico, adequado às condições da obra, usando-se os materiais disponíveis”.

2.2 MÉTODOS DE DOSAGEM DO CONCRETO

2.2.1 Breve Histórico

O concreto ocupa um lugar de destaque entre os materiais de construção e tem o seu uso generalizado e consagrado nos dias atuais. O avanço na tecnologia dos materiais, aliado aos avanços das pesquisas nos campos tecnológico e científico, têm contribuído para a evolução deste material, uma vez que o concreto tem sido objeto de estudos e pesquisas que resultam em conhecimentos relativos à durabilidade, fluência, retração e outros parâmetros relacionados à reologia do concreto.



Figura 2: Mistura dos agregados e aglomerantes
Fonte: Mundo da Engenharia

A obra “Manual de Dosagem e Controle de Concreto” de Helene & Terzian (1993), mostra a evolução dos métodos de dosagem situando-os cronologicamente como se segue:

- a) Princípios da tecnologia de cimentos, argamassas e concretos 1818 a 1891
- b) Fundamentos dos métodos clássicos de dosagem 1892 a 1951
- c) Consideração dos Parâmetros estatísticos 1936 a 1978
- d) Teorias abrangentes 1950 a 1978
- e) Aperfeiçoamento e simplificações dos parâmetros de dosagem 1958 a 1990

A instalação do Gabinete de Resistências dos Materiais em 1899, que seria identificado em 1934 como Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, pela Politécnica da Universidade de São Paulo, é considerado por Helene & Terzian (1993) como o marco inicial da Tecnologia no Brasil considerando-se que primeiros ensaios de cimento, cal, metais e madeiras realizados à época, foram executados por este laboratório.

A publicação do Boletim EPUSP nº 1 (1927) sob a denominação de “Dosagem do Concreto” que apresenta o método de dosagem proposto por Ary Frederico Torres. Esta metodologia prioriza o Módulo de Finura da Mescla ou do Agregado Total;

O surgimento em 1933 do Instituto Nacional de Tecnologia (INT), cujos pesquisadores foram os pioneiros no uso de parâmetros característicos dos materiais e aplicações da estatística nos resultados dos ensaios. Foi no INT que Fernando Luís Lobo Carneiro apresentou o seu método de dosagem (1937) que apresentava como característica principal, a utilização de Curvas Granulométricas

Ideais da Mistura Total de Materiais Secos.

Nas décadas de 30, 40 e 50 as cartilhas de traços de concreto elaboradas por Abílio de Azevedo Caldas Branco surgiram como agentes simplificadores das misturas de concreto;

Em 1951 Eládio Petrucci apresenta o método desenvolvido no ITERS – Instituto Tecnológico do Rio Grande do Sul. O método, eminentemente experimental, busca a composição que conduza a máxima trabalhabilidade dos concretos. Petrucci tem o seu método adotado pelo IPT em 1978.

Em 1965 Francisco de Assis Basílio, pela Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), apresenta um resumo das práticas correntes de dosagem de concreto no Brasil à época. Destacam-se as metodologias do INT, IPT, ITERS e da ABCP. Segundo Helene & Terzian (1993), a metodologia difundida pela ABCP confundia-se com a metodologia do IPT.

A fundação em 1971/72, por meio dos pesquisadores Gilberto Molinary (IPT), Basílio, Petrucci, Bauer, Kuperman, Prizskulinz e outros, do Instituto Brasileiro do Concreto (IBRACON).

A publicação em 1984 do estudo técnico intitulado “Parâmetros de Dosagem do Concreto” elaborada por Publio Penna Firme Rodrigues. Este trabalho é apresentado pela ABCP como uma metodologia experimental de dosagem adaptada

às condições brasileira, tomando como referência o método do American Concrete Institute (ACI) (ACI 211-1), notadamente no que se refere aos agregados utilizados na mistura.

2.2.2 Dosagem

O proporcionamento da mistura, ou dosagem, é o processo de determinação da combinação correta dos materiais componentes que irão produzir um concreto com as características desejadas e com o menor custo possível.

Segundo Aitcin, os atuais métodos de dosagem de concretos convencionais não são adequados para dosar concretos de resistências elevadas, pois não levam em consideração características importantes dos CAR, tais como:

- Relação água/cimento ou água/aglomerante extremamente reduzida;
- Incorporação de um ou mais adições, o que muda drasticamente as propriedades do concreto no estado fresco e endurecido;
- Possibilidade de ajustar a consistência através do uso de aditivos superplastificantes, sem necessidade de aumentar a quantidade de água e cimento.

Por outro lado, mesmo os métodos específicos para dosagem de CAR apresentam algumas limitações, tais como:

- Muitos métodos não permitem generalizar sua aplicação, pois apesar de basearem-se nas experiências de muitos anos e em uma quantidade considerável de ensaios de laboratório, não levam em conta as condições próprias de cada local .
- Não são previstos traços auxiliares para o estabelecimento de um modelo de comportamento da resistência do concreto, sendo necessário refazer a dosagem no caso de não se obter a resistência desejada no momento da ruptura dos corpos-de-prova.

Vitervo chega a afirmar que a dosagem de concretos em geral tem sido efetuada de acordo com a experiência e por estimativa, o que normalmente leva a consumos mais elevados de cimento.

2.2.3 Método IPT/EPUSP

- Para a execução do método IPT/EPUSP segue-se a sequência abaixo:

1ª etapa: Caracterização dos materiais;

2ª etapa: Estudo teórico;

3ª etapa: Estudo experimental I - Determinação do teor ideal de argamassa para o traço 1:5 Acréscimo de areia e aglomerante à mistura, até que se obtenham concretos sem vazios e sem desprendimento de agregados, ou seja, uma massa homogênea e compacta. Encontrado o teor ideal de argamassa, procede-se ao ensaio de consistência do concreto, com acréscimo de aditivo até a obtenção do abatimento desejado. II - Realização de nova mistura com os teores ideais de argamassa, água e aditivo, repetem-se as misturas, a fim de moldar corpos de prova com o traço piloto, 1:5 e auxiliares, 1:3,5 (traço rico) e 1:6,5 (traço pobre).

4ª etapa: Construção do Diagrama de Dosagem.

2.2.4 A dosagem pelo método do CIENTEC segue a seguinte sequência:

1ª etapa: Caracterização dos materiais;

2ª etapa: Adoção de um traço piloto adota-se um traço inicial 1:m, onde m é o somatório dos traços dos agregados. Definindo-se $m = 5$;

3ª etapa: Estimativa da porcentagem de agregado miúdo e água para o traço 1:5 subdivide-se o valor de m em (25, 30, 35, 40 e 45) % de areia e, ainda, para

cada diferente quantidade de areia, deve-se variar a quantidade de água em (8, 9 e 10) %;

4ª etapa: Ensaios de abatimento do concreto para cada diferente porcentagem de areia e água (A%) do concreto, realizam-se ensaios de consistência, para posterior plotagem de curvas de trabalhabilidade, interpolando as diferentes porcentagens de areia com os “Slump’s” encontrados e unindo-se os pontos com igual proporção de água.

5ª etapa: Verificação das porcentagens ideais de areia e água definido o abatimento desejado, pode-se conhecer a porcentagem ideal de areia, traçando-se uma curva, que seja harmônica com as demais curvas e tangencie a linha do “Slump” especificado. A porcentagem ideal de areia é determinada verificando-se a abscissa que corresponde ao abatimento desejado e a porcentagem de água correspondente, através de uma interpolação entre as curvas próximas à curva harmônica.

6ª etapa: Definição de traços auxiliares para as porcentagens de areia e água definidas como ideais calculam-se traços auxiliares, variando o m. Foram adotados um traço rico, 1:3,5 e um traço pobre, 1:6,5. Com as porcentagens ideais de areia e água para cada traço 1:m, moldam-se os corpos de prova.

7ª etapa: Curva de Abrams nas idades definidas rompem-se os corpos de prova e traça-se a curva de Abrams experimental, através do método dos mínimos quadrados.



Figura 3: Adaptação do Método de dosagem
Fonte: CIENTEC TECNOLOGIAS

4 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa usará matéria (agregados graúdo e miúdo) de jazidas de Porto Nacional e Cimento Portland de alta resistência inicial (CP V-ARI), o município é rico em rochas máficas e ultramáficas associadas ao embasamento e rochas supracrustais, presentes nessa faixa, são interpretadas como remanescentes ofiolíticos e, possui areias em abundância, seixos, uma região rica em minerais. Por fim caracterizar o município pelo seu potencial de produção e extração destes materiais.

Nesta etapa será feita a descrição e o desenvolvimento dos experimentos envolvidos na pesquisa. Consiste, em um primeiro momento, conhecer as características físicas dos agregados e aglomerantes disponíveis e de uso corrente na região. Para tanto foram feitas coletas dos materiais em vários pontos distribuidores da cidade de Porto Nacional-TO, para, em seguida, realizar os ensaios básicos de caracterização dos agregados, tomando como referência às recomendações previstas nas normas da ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.

Utilizando-se os princípios do método de dosagem IPT/EPUSP. Estas misturas foram dosadas para atender as faixas de abatimento de 100 ± 20 mm para o caso do concreto convencional.

Os materiais utilizados nestas pesquisas foram os disponíveis comercialmente e de uso corrente nas obras de Porto Nacional -TO e região, ou seja, as areias naturais provenientes de rio e as pedras britadas da rocha basáltica.

Os agregados miúdos (areia lavada, natural, seixo britado) utilizados nos concretos confeccionados na cidade de Porto Nacional são originários do rio Tocantins.

Comercialmente encontra-se com facilidade dois tipos de areias, identificadas popularmente como areia média e areia grossa.

Os ensaios granulométricos realizados pela UFT, (Universidade Federal do Tocantins) retirou amostras aleatoriamente em vários pontos comerciais da cidade, concluirão que estas areias, em sua maioria, enquadram-se respectivamente na zona 2 (fina) e zona 3 (média) da norma NBR 7211/83 da ABNT.

Tabela 3: Principal ponto fornecedor de areia lavada que abastece a cidade de Porto Nacional–TO:

TIPO DE MATERIAL	EXTRAÇÃO	ORIGEM
AREIA	DRAGA AREIA DA ILHA	Rio Tocantins
SEIXO	DRAGA AREIA DA ILHA	Rio Tocantins

Fonte: Autor do projeto

O cimento que será utilizado CP V-ARI encontra-se em lojas de matérias da cidade com uma variação de preço, já os agregados desejados (areia e seixo), na cidade de Porto Nacional também tem uma variação de preço de 60R\$ a 70R\$ para o m³ da areia e 100R\$ a 110R\$ para o m³ do seixo e pode ser encontrada em depósitos de areia da cidade ou em lojas de construção.

6 RESULTADOS ESPERADOS

Os resultados que serão obtidos através de ensaios de resistência à compressão axial, realizados segundo a norma NBR 5739/94, para o método IPT. Desenvolvendo uma curva de dosagem, mais eficiente para o concreto, ganhando em qualidade, trabalhabilidade, resistência é custo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BASILIO, Eduardo Santos. Considerações gerais sobre a dosagem do concreto. In: **Colóquio sobre dosagem de concreto**. – Considerações gerais sobre a dosagem do concreto. Maio de 1977, São Paulo: IBRACON – Instituto Brasileiro do Concreto, 1977.

BASILIO, Francisco de Assis. **Durabilidade dos Concretos – Permeabilidade – Corrosão Eletrolítica**. 2ª Ed. São Paulo. ABCP - Associação Brasileira de Cimento Portland, 1973.

HELENE, Paulo Roberto L; TERZIAN, Paulo. **Manual de dosagem e controle de concreto**. 1ª Ed. São Paulo: Editora Pini, 1993.

NBR 7211: AGREGADOS PARA CONCRETO- **Especificação**. Rio de Janeiro, 1983.

SILVA, Moema R. **Materiais de Construção**. 2ª Ed. rev. São Paulo: Editora Pini Ltda, 1991.

SOBRAL, Hernani Sávio. **Dosagem Experimental dos Concretos**. 3ª Ed. São Paulo: IBRACON – Instituto Brasileiro do Concreto, 1980.

TANGO, Carlos E. de Siqueira. **Estruturas de Concreto. Revista Técnica – Revista de Tecnologia da Construção**, nº 2, Jan/Fev. São Paulo: Editora Pini, 1993.