



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS VIII - ARARUNA
CENTRO DE CIÊNCIAS, TECNOLOGIA E SAÚDE
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

DANIELLE GOUVEIA DE ARAÚJO

**ANÁLISE DO CONTROLE TECNOLÓGICO DO CONCRETO EM OBRAS DE
PEQUENO PORTE**

**ARARUNA
2018**

DANIELLE GOUVEIA DE ARAÚJO

**ANÁLISE DO CONTROLE TECNOLÓGICO DO CONCRETO EM OBRAS DE
PEQUENO PORTE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Civil da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Área de concentração: Construção civil.

Orientador: Prof. Me. Eduardo Morais de Medeiros.

**ARARUNA
2018**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

A658a Araujo, Danielle Gouveia de.
Análise do controle tecnológico do concreto em obras de pequeno porte [manuscrito] / Danielle Gouveia de Araujo. - 2018.
36 p. : il. colorido.
Digitado.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências, Tecnologia e Saúde, 2018.
"Orientação : Prof. Me. Eduardo Morais de Medeiros, Coordenação do Curso de Engenharia Civil - CCTS."
1. Concreto. 2. Análise estrutural. 3. Construção civil. I.
Título

21. ed. CDD 620.137

DANIELLE GOUVEIA DE ARAÚJO

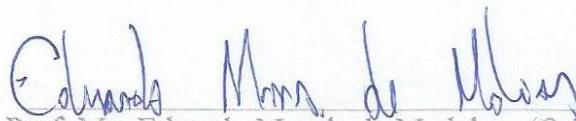
ANÁLISE DO CONTROLE TECNOLÓGICO DO CONCRETO EM OBRAS DE
PEQUENO PORTE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Graduação em Engenharia Civil
da Universidade Estadual da Paraíba, como
requisito parcial à obtenção do título de
bacharel em Engenharia Civil.

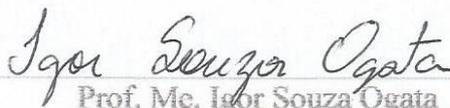
Área de concentração: Construção civil.

Aprovada em: 29 / 11 / 18 .

BANCA EXAMINADORA



Prof. Me. Eduardo Moraes de Medeiros (Orientador)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Me. Igor Souza Ogata
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Marinaldo dos Santos Júnior
Instituto Federal do Sertão Pernambucano (IF SERTÃO-PE)

Aos meus pais, Raimundo e Maria, pelo amor,
dedicação, compreensão e por tudo o que passaram e
fizeram, DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, que sempre esteve ao meu lado me proporcionando ânimo, perseverança, dedicação, sabedoria e paciência para conseguir concluir este meu sonho e objetivo de vida. A Ele devo a minha gratidão. A Nossa Senhora que sempre ouviu minhas preces e me cobriu com seu manto.

Aos meus pais, Raimundo Gouveia de Araújo e Maria Agostinho de Araújo, por sempre terem acreditado em mim e dado incentivo durante todo o período de curso. Agradeço por tudo o que passaram, todos os esforços, que poucos sabem, que fizeram para conseguirem com que eu chegasse até aqui, todas as noites mal dormidas, preocupações, angústias, orações, tudo o que abdicaram, todos apertos financeiros que passamos juntos, serei eternamente grata a vocês por exatamente tudo. A vocês, que sempre foram a minha base, essa conquista é nossa.

A minhas irmãs, Daiane e Renata, que souberam entender toda a dedicação dos meus pais comigo durante esse tempo e sempre me incentivaram. A minha sobrinha, Maria Clara, que sempre foi um dos maiores motivos de saudade proporcionada pela distância e é um anjo em nossas vidas.

A toda minha família, que sempre dedicou um tempo em oração pedindo a Deus pela minha caminhada e estiveram sempre na torcida. Em especial, em memória dos meus avós Luzia e Heleno que comemoram junto comigo lá do céu.

A todos os amigos que mantiveram os laços, mesmo com a distância, e contribuíram com o apoio e carinho sempre. A todos os amigos que ganhei nessa caminhada em Araruna e levarei para a vida. Agradeço por tudo o que aprendi com todos.

A todas as pessoas que não fazem parte da minha família de sangue, mas que sempre me colocaram em suas orações e sempre torceram pela minha conquista. Homenageio aqueles a quem guardo um carinho e, infelizmente, não está mais entre nós, mas tenho certeza que comemoram junto comigo essa vitória.

Amigos e família, a vocês eu deixo uma palavra gigante de agradecimento. Hoje sou uma pessoa realizada e feliz porque não estive só nesta caminhada. Vocês foram meu apoio.

Ao meu orientador Eduardo Morais de Medeiros, professor Marinaldo dos Santos Júnior e ao técnico Divaldo por me auxiliarem na produção desse trabalho. Ao professor

Igor Ogata, por ter aceito participar da minha banca e engrandecer o trabalho com todas as sugestões e correções feitas. A direção, coordenação, docentes, técnicos e colaboradores do Campus VIII da UEPB que, direta ou indiretamente, contribuíram para a minha formação, através de todo conhecimento e aprendizagem necessária no decorrer da graduação.

“Em um lugar escuro nos encontramos, e um pouco mais de conhecimento ilumina nosso caminho.”

(YODA, 1980)

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
2	OBJETIVOS	9
	2.1 Objetivo geral	9
	2.2 Objetivos específicos	10
3	METODOLOGIA	10
	3.1 Formulário avaliativo	12
	3.2 Determinação do traço	12
	3.2.1 Método de dosagem ABCP	13
	3.3 Ensaio de consistência	16
	3.4 Moldagem dos corpos de prova	17
	3.5 Ensaio de resistência à compressão	18
	3.6 Conscientização dos operários	18
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
	4.1 Características das obras	19
	4.2 Características e armazenamento dos materiais	20
	4.3 Medição dos materiais para confecção dos traços	23
	4.4 Cura do concreto	24
	4.5 Traços	25
	4.6 Resistência à compressão	26
	4.7 Palestra	27
5	CONCLUSÃO	28
	REFERÊNCIAS	30

ANÁLISE DO CONTROLE TECNOLÓGICO DO CONCRETO EM OBRAS DE PEQUENO PORTE

Danielle Gouveia de Araújo*

RESUMO

O concreto é o material mais utilizado na construção civil, composto pela mistura de cimento, agregados e água, sendo utilizado nos elementos estruturais de uma obra. Desta maneira, a correta dosagem desses elementos interfere diretamente nas reações químicas da mistura e na resistência e durabilidade da estrutura. Pela falta de fiscalização dos órgãos competentes, não há um devido controle dos materiais utilizados, principalmente nos pequenos municípios, logo, infringindo as normas vigentes. Assim, o presente trabalho tem como objetivo avaliar os concretos produzidos em obras de pequeno porte do município de Araruna – PB. Foram visitadas obras em fase de execução e coletado amostras dos traços produzidos, para realização do ensaio de resistência à compressão e de consistência do concreto. Os resultados obtidos nos ensaios, foram comparados com os alcançados em laboratório, a partir dos traços calculados para três diferentes resistências (15, 20 e 25 MPa), determinados com a utilização do método de dosagem ABCP. Após a comparação dos resultados obtidos e análises feitas, foi ministrada uma palestra com os operários do município, a fim de conscientiza-los sobre a importância do controle tecnológico do concreto em todas as etapas de sua confecção. A resistência e abatimento médio do concreto produzido nas obras foi de 11,95 MPA e 220 mm, respectivamente, comprovando ser pobre em cimento, permeável e de baixa resistência. O traço escolhido como base foi o calculado para 20 MPa, em que foi refeito pelos operários ao final da palestra, alcançando resistência estimada de 22,72 MPA, sendo maior que o esperado.

Palavras-Chave: Dosagem do concreto. Resistência à compressão. Controle tecnológico.

1 INTRODUÇÃO

O concreto é obtido a partir da junção de diferentes materiais, em que cada um é disposto de forma proporcional com o objetivo de garantir ao concreto características desejadas tanto no estado fresco como no endurecido (BASTOS, 2014). Dentre as propriedades do concreto, Pedroso (2009) destaca duas como sendo as mais importantes para a construção civil: a resistência a água, pois, quando comparado ao aço e a madeira, o concreto sofre uma menor deterioração mediante a exposição a umidade; e a plasticidade no estado fresco, que confere ao concreto trabalhabilidade e flexibilidade permitindo que o mesmo seja usado para diversos fins. Pedroso (2009) acrescenta ainda que, além dessas,

* Aluna de Graduação em Engenharia Civil na Universidade Estadual da Paraíba – Campus VIII.
Email: adannygouveia@gmail.com

existem outras vantagens como a disponibilidade abundante e baixo custo dos materiais que o constitui.

O concreto é um material amplamente difundido, podendo ser encontrado em diversos tipos de construções, como casas de alvenaria, rodovias, pontes, edifícios, torres de resfriamento, barragens, entre outras. Anualmente, são consumidos 11 bilhões de toneladas de concreto, e que segundo a Federación Iberoamericana de Hormigón Premesclado (FIHP), o consumo médio anual é de 1,9 toneladas de concreto por habitante (PEDROSO, 2009).

Essa mistura proporcional de diferentes materiais é definida como dosagem do concreto ou traço, que, segundo Andofalto (2002), tem o propósito de determinar as proporções dos materiais utilizados a fim de atender a condição de plasticidade suficiente do concreto fresco e a resistência desejada quando endurecido, que tem como referência a resistência média obtida aos 28 dias de cura dos corpos de prova.

Barbosa e Bastos (2008) relatam que existem algumas tabelas antigas de traços de concreto que ainda hoje são utilizadas na sua confecção em obras de pequeno porte, mas que não atendem aos requisitos de qualidade exigidos. Eles afirmam que essas tabelas necessitam serem adaptadas para que possam atender as novas prescrições contidas na NBR 6118/14 no que diz respeito à relação água/cimento (a/c) máximas, em função da classe de agressividade ambiental.

Por falta de um traço padrão para direcionar os operários das construções de pequeno porte, as dosagens são feitas de forma intuitiva, não seguindo uma proporção adequada, confeccionando, portanto, um material que não atende aos requisitos de qualidade exigidos, influenciando suas características finais. A confecção desproporcional do concreto pode trazer falhas construtivas e, posteriormente, estruturais. Helene e Terzian (1993), dizem que em média 25% destas falhas são geradas devido à má dosagem dos materiais utilizados.

Para que se possa obter uma redução de futuras manifestações patológicas, é essencial definir uma boa dosagem do concreto e isso pode ser alcançado a partir de métodos semi-empíricos de dosagem (ANDOLFALTO, 2002). Tutikian e Helene (2011) afirmam que hoje no Brasil ainda não existe nenhum texto consensual em norma de como se deve ser um estudo de dosagem do concreto. Isso faz com que vários pesquisadores proponham seus próprios métodos de dosagem baseados em relações experimentais aproximadas.

Segundo Andolfato (2002), o traço deve ser confirmado a partir de observações visuais da plasticidade obtida na mistura, e também pela resistência dos corpos de prova. O traço calculado deverá ser corrigido caso for analisado que a plasticidade do concreto fresco é insuficiente ou excessiva.

Para se obter uma mistura ideal, faz-se necessário um estudo da dosagem, procedimento esse que definirá a proporção ideal entre os volumes e os materiais a serem utilizados de acordo com as especificidades de cada região. O resultado dessa mistura ideal é um concreto que apresente as propriedades desejadas, e que, além de estar próximo daquele que atende aos requisitos de qualidade exigidos, ainda consiga encontrar o equilíbrio entre qualidade e custo (TUTIKIAN, 2004).

Um dos métodos que pode ser utilizado como base para dosagem do concreto é o publicado pela Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP) (1995). De acordo com Guerra (2017), o método considera tabelas e gráficos elaborados a partir de informações experimentais, permitindo a utilização dos agregados limitados pela norma NBR 7211/05.

Sabendo que os trabalhadores de Araruna/PB e das cidades circunvizinhas produzem o concreto sem nenhuma base técnica ou qualquer preocupação em atender prescrições das normas nacionais, sendo proveniente da tradição construtiva, esse trabalho tem como objetivo avaliar se o concreto produzido por eles é adequado. Essa avaliação será feita mediante a comparação entre as características do concreto produzido nas obras e o feito em laboratório a partir de um estudo de dosagem.

Após a confirmação que o concreto produzido nas obras não é adequado devido à falta de controle tecnológico, será ministrada uma palestra com os operários do município mostrando-lhes as patologias que podem surgir a partir da má confecção e execução do concreto e, por fim, indicar a forma correta de procedimento. Essa conscientização poderá influenciar na redução significativa na apresentação de algumas falhas, como trincas e rachaduras, nas obras da região. Com isso, pode-se verificar a grande importância da verificação do controle tecnológico do concreto a partir das normas nacionais, principalmente a NBR 6118/14 e NBR 12655/06.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

O objetivo desse trabalho foi avaliar o concreto produzido em obras de pequeno porte no município de Araruna/PB, com base no estudo de traços produzidos em laboratório a partir de um método de dosagem.

2.2 Objetivos específicos

- Determinar traços em laboratório com base no método de dosagem ABCP e normas nacionais;
- Comparar os resultados obtidos no trabalho feito por Trigueiro (2018), que mostra as características do concreto nas obras de pequeno porte do município de Araruna/PB, e os obtidos para os traços produzidos em laboratório;
- Realizar uma palestra com alguns operários do município e confeccionar material didático para orientar a produção do concreto, armazenamento dos materiais e os prejuízos causados por um concreto mal produzido.

3 METODOLOGIA

O estudo sobre o controle tecnológico do concreto em obras de pequeno porte, foi desenvolvido na cidade de Araruna/PB. O município, que possui uma área de 241,302 km², faz parte da Microregião do Curimataú Oriental e Messorregião do Agreste Paraibano e, segundo dados do último censo do IBGE (2010), contém uma população de 18.879 habitantes.

A pesquisa teve como foco principal as obras de pequeno porte, em fase de execução, preferencialmente as do tipo residencial. A forma de produção e aplicação do concreto, por exemplo, é feita intuitivamente pelos trabalhadores, não havendo nenhum controle em relação aos materiais utilizados, o que pode acarretar problemas futuros nas edificações.

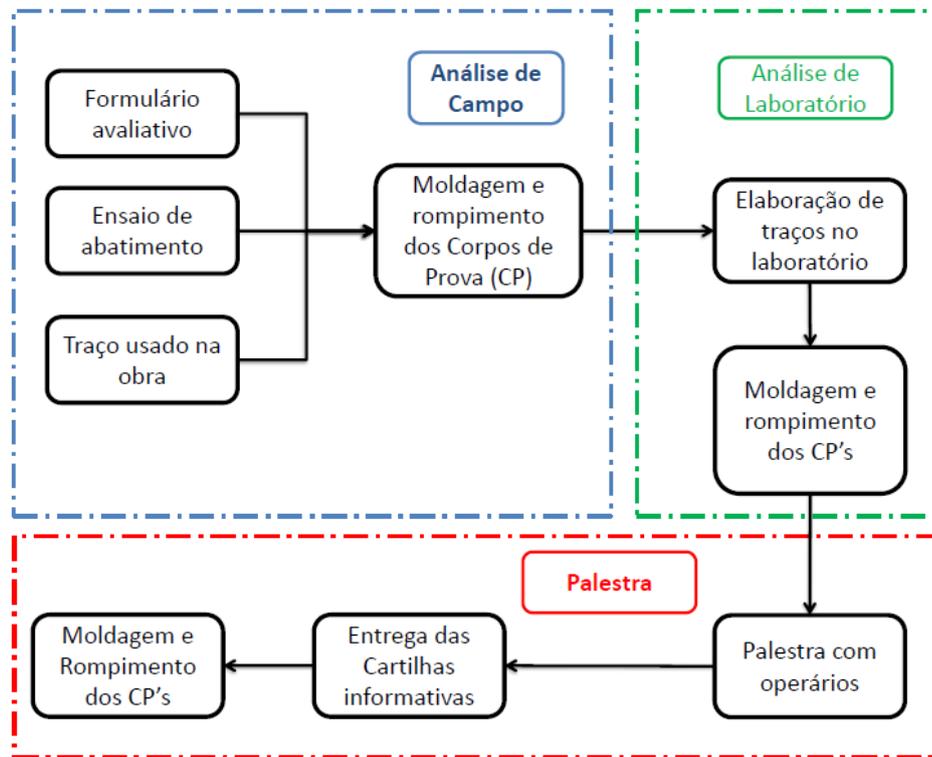
Os procedimentos de pesquisa empregados são o descritivo e o explicativo. Segundo Gerhardt e Silveira (2009), no tipo descritivo os fatos são observados, registrados, analisados, classificados e interpretados, sem que haja qualquer intervenção do pesquisador. Já no explicativo o objetivo é identificar fatores relevantes para a ocorrência dos fenômenos baseado em métodos experimentais e aplicações práticas.

A forma de abordagem utilizada foi a quali-quantitativa, tendo sido analisadas uma certa quantidade de amostras coletadas e observados todos os processos na forma como o concreto foi produzido. As modalidades adotadas foram a pesquisa de campo, a análise experimental e a revisão bibliográfica.

O trabalho foi desenvolvido em três etapas, conforme apresentado na Figura 1. A seguir, tem-se a descrição das três etapas desenvolvidas:

1. Análise de campo: os dados analisados nessa etapa foram os obtidos no trabalho de Trigueiro (2018), sendo desenvolvido no canteiro de algumas obras na cidade de Araruna-PB. Inicialmente foi preenchido um formulário avaliativo, que serviu para classificar o tipo de obra, avaliar a forma de armazenamento dos materiais e cura do concreto. Além disso, foi feito o teste de consistência do concreto elaborado em cada obra, a partir do ensaio de abatimento de tronco de cone ou *Slump test* realizado *in loco*. Ademais, foram moldados dois corpos de prova para cada obra visitada e estes foram rompidos para a obtenção da resistência à compressão a 28 dias.
2. Análise de laboratório: nessa etapa foram calculados traços para resistências diferentes, através de um método de dosagem. Os traços foram elaborados em laboratório e, em seguida, moldados três corpos de prova para cada resistência analisada, sendo rompidos para a obtenção das resistências à compressão para 7 e 28 dias de cura;
3. Palestra: a terceira e última etapa foi a palestra ministrada para os operários das obras visitadas na cidade de Araruna. Na palestra foram mostrados os resultados das resistências dos concretos das obras e os dos traços elaborados em laboratório, as formas corretas de armazenamento dos materiais; e o que pode acontecer com as estruturas se o concreto não for armazenado, elaborado e tratado de forma correta. Além disso, foi repassado um traço padrão desenvolvido na segunda etapa, medido em volume, onde todas as informações foram detalhadas em uma cartilha entregue a cada participante, conforme mostrado no Apêndice A. Ao final da palestra, os operários moldaram dois corpos de prova que foram rompidos com 7 dias de cura.

Figura 1 – Fluxograma das etapas metodológicas



Fonte: Autoria própria.

Nas subseções a seguir, são descritos detalhadamente os procedimentos realizados em cada uma das três etapas apresentadas anteriormente.

3.1 Formulário avaliativo

Em seu trabalho, Trigueiro (2018) aplicou um formulário avaliativo, com o intuito de registrar as principais informações sobre as obras e, assim, poder classificá-las. A partir do preenchimento desse formulário foi possível registrar a localização, identificação e quadro de funcionários de cada obra, informações sobre a existência ou não de um responsável qualificado, dados da forma de execução, registro da forma de armazenamento dos materiais que compõem o concreto, forma de transporte, preparo, local de mistura e cura do concreto.

3.2 Determinação do traço

A determinação do traço na etapa de análise de campo foi feita a partir da medição de cada material constituinte do concreto com o auxílio de um recipiente de volume conhecido (Figura 2), com exceção do cimento que foi medido em quilogramas.

Figura 2 – Recipiente plástico utilizado na medição



Fonte: Trigueiro (2018).

Na segunda etapa do trabalho, a análise de laboratório, foram calculados traços a partir do método de dosagem ABCP, seguindo as especificações das normas NBR 6118/14, NBR 5738/16, NBR 7211/05, NBR 7217/03 e NBR 67/98.

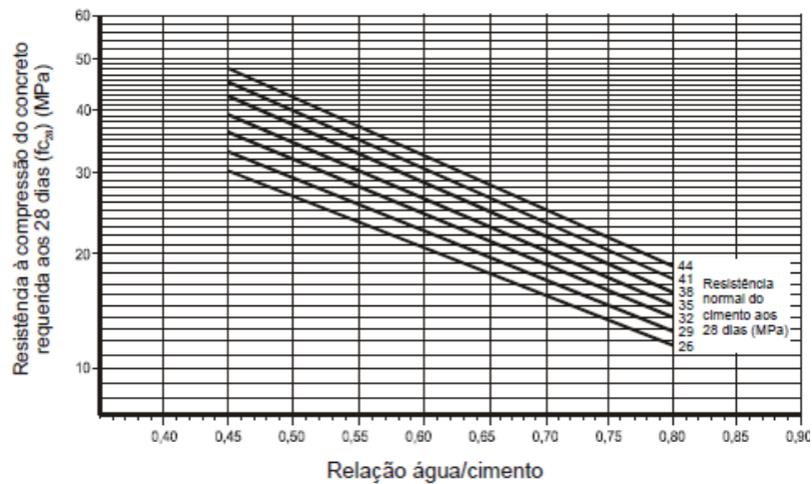
3.2.1 *Método de dosagem ABCP*

A seguir estão demonstradas as etapas seguidas para o desenvolvimento do método, segundo Guerra (2017):

- Fixação da relação água/cimento

A relação *a/c* foi feita a partir dos critérios de durabilidade e a resistência mecânica requerida pelo concreto nas resistências de interesse (15, 20 e 25 MPa). A fixação deste parâmetro foi feita com base na curva de Abrams (Figura 3), determinada em função da resistência à compressão do concreto requerida aos 28 dias e do tipo de cimento.

Figura 3 – Gráfico para a determinação da relação água/cimento em função das resistências do concreto e do cimento aos 28 dias de idade



Fonte: GUERRA, 2017.

- Estimativa do consumo de água do concreto

Para que a mistura obtenha uma certa consistência, medida pelo abatimento do tronco de cone, necessita-se de uma determinada quantidade de água. De acordo com Guerra (2017), essa quantidade depende da granulometria, forma e textura do agregado da mistura. O autor apresenta valores constantes como estimativa inicial do consumo de água por metro cúbico de concreto, esses valores estão demonstrados na Tabela 1.

Tabela 1 – Estimativa do consumo de água por metro cúbico de concreto em função do diâmetro máximo característico do agregado e do abatimento da mistura

ABATIMENTO DO TRONCO DO CONE	DIMENSÃO MÁXIMA CARACTERÍSTICA DO AGREGADO GRAÚDO (Φ_{max})				
	9,5mm	19mm	25mm	32mm	38mm
40 a 60mm	220 l/m ³	195 l/m ³	190 l/m ³	185 l/m ³	180 l/m ³
60 a 80mm	225 l/m ³	200 l/m ³	195 l/m ³	190 l/m ³	185 l/m ³
80 a 100mm	230 l/m ³	205 l/m ³	200 l/m ³	200 l/m ³	190 l/m ³

OBSERVAÇÕES:

- 1 – Os valores acima são recomendados para concretos confeccionados com agregado graúdo britado (basalto), agregado miúdo (areia de rio), consumo de cimento por metro cúbico de concreto da ordem de 300kg/m³ e abatimento, medido pelo tronco de cone, entre 4mm a 100mm;
- 2 – Quando usado seixo rolado como agregado graúdo, os valores do consumo de água podem ser reduzidos de 5% a 10%;
- 3 – As areias pertencentes à zona 1 da NBR 7211 (muito fina), podem gerar aumentos de até 10% no consumo de água por metro cúbico de concreto.

Fonte: GUERRA (2017).

- Estimativa do consumo do cimento (C)

A estimativa do consumo de cimento é obtida a partir da equação (01):

$$C = \frac{C_{ag}}{(a/c)} \quad (01)$$

Onde:

C : Consumo de cimento por metro cúbico de concreto (kg/m^3);

C_{ag} : Consumo de água por metro cúbico de concreto (l/m^3);

a/c : Relação água/cimento (kg/kg).

- Estimativa do consumo de agregados

O método proporciona a obtenção de misturas com uma determinada consistência aliada ao menor volume de vazios intergrãos possíveis. Para isso, determina-se um teor ótimo do agregado graúdo na mistura por meio da proporção adequada de relação agregado graúdo/ agregado miúdo, com o intuito de colocar na mistura o máximo volume de agregado compactado seco por metro cúbico de concreto.

A Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), determinou experimentalmente valores de volumes compactados a seco de agregado graúdo, por metro cúbico de concreto, em função do diâmetro máximo característico do agregado graúdo ($\Phi_{\text{máx.}}$) e do módulo de finura (MF) do agregado miúdo. Os valores estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Volume compactado seco de agregado graúdo por metro cúbico de concreto

MÓDULO DE FINURA DA AREIA	DIMENSÃO MÁXIMA CARACTERÍSTICA DO AGREGADO GRAÚDO ($\Phi_{\text{máx.}}$)				
	9,5mm	19mm	25mm	32mm	38mm
1,8	0,645	0,770	0,795	0,820	0,845
2,0	0,625	0,750	0,775	0,800	0,825
2,2	0,605	0,730	0,755	0,780	0,805
2,4	0,585	0,710	0,735	0,760	0,785
2,6	0,565	0,690	0,715	0,740	0,765
2,8	0,545	0,670	0,695	0,720	0,745
3,0	0,525	0,650	0,675	0,700	0,725
3,2	0,505	0,630	0,655	0,680	0,705
3,4	0,485	0,610	0,635	0,660	0,685
3,6	0,465	0,590	0,615	0,640	0,665

OBSERVAÇÃO:
1 – Os valores acima foram obtidos experimentalmente na Associação Brasileira de Cimento Portland.

Fonte: GUERRA (2017).

O consumo do agregado graúdo por metro cúbico de concreto é dado pela equação a seguir:

$$C_p = V_{pc} \times MU_c \quad (02)$$

Onde:

C_p : Consumo do agregado graúdo por metro cúbico de concreto (kg/m^3);

V_{pc} : Volume compactado seco do agregado graúdo por metro cúbico;

MU_c : Massa unitária compactada do agregado graúdo por metro cúbico de concreto (kg/m^3).

O volume de concreto é concebido pela soma dos volumes absolutos dos materiais que o compõem. Com isso, o consumo de agregado miúdo (C_a) é tido imediatamente após a determinação dos consumo de cimento, água e agregado graúdo.

Portanto, para 1 metro cúbico de concreto, o volume do agregado graúdo é dado pela equação 3.

$$V_a = 1 - \left(\frac{c}{\gamma_c} + \frac{c_p}{\gamma_p} + \frac{V_{agg}}{\gamma_{agg}} \right) \quad (03)$$

Onde:

V_a : Volume do agregado miúdo por metro cúbico de concreto (m^3);

$\gamma_c, \gamma_p, \gamma_{agg}$: Massa específica do cimento, agregado graúdo e da água, respectivamente.

O consumo de areia por metro cúbico de concreto é obtido pela equação 4

$$C_a = \gamma_a \times V_a \quad (04)$$

Com:

C_a : Consumo de agregado miúdo (areia) por metro cúbico de concreto (kg/m^3);

γ_a : Massa específica do agregado miúdo (areia) (kg/m^3).

- Apresentação do traço de concreto

Por fim, a representação do traço, com relação ao unitário de cimento, é apresentada segundo a expressão 5.

$$1 : \frac{C_a}{c} : \frac{c_p}{c} : (a/c) \quad (05)$$

3.3 Ensaio de consistência

A determinação da consistência do concreto produzido, tanto nas obras (Figura 4) como na etapa de análise de laboratório e palestra (Figura 5), foi feita a partir do ensaio de abatimento do tronco de cone ou *Slump Test*, segundo a NBR NM 67.

Figura 4 – Determinação da consistência do concreto produzido no canteiro de obra



Fonte: TRIGUEIRO (2018).

Figura 5 – Determinação da consistência do concreto produzido em laboratório



Fonte: Autoria Própria.

3.4 Moldagem dos corpos de prova

Para as três etapas do trabalho, foram moldados corpos de prova. Na análise de campo foram moldados dois deles, três na análise de laboratório e dois na etapa da palestra (Figura 6), conforme a NBR 67/98. Os moldes utilizados eram cilíndricos de dimensão 10x20 cm, de acordo com a NBR 5738/16.

Figura 6 – Corpos de prova



Fonte: Autoria Própria.

3.5 Ensaio de resistência à compressão

O rompimento dos corpos de prova das obras para a determinação da resistência à compressão foi feito conforme a norma ABNT NBR 5739/18, para a idade de cura de 28 dias, a partir da data de moldagem. O ensaio de resistência à compressão desses corpos de prova foi realizado no Complexo Laboratorial de Engenharia Civil, UNIPÊ, localizado na cidade de João Pessoa/PB.

Os corpos de prova moldados em laboratório, foram rompidos de acordo com a norma citada anteriormente, para a idade de 7 dias e 28 dias, a partir da data de moldagem. Os corpos de prova moldados na palestra com os operários foram rompidos com a idade de 7 dias após a moldagem, e em seguida foi feita uma estimativa da sua resistência à compressão para 28 dias, baseado no item 12.3.3 da NBR 6118/14. O ensaio de resistência desses corpos de prova se deu no Laboratório de Estruturas no Campus VIII da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), localizado na cidade de Araruna/PB.

3.6 Conscientização dos operários

Foi ministrada uma palestra com os operários da cidade de Araruna, em que foi abordado o controle tecnológico do concreto. O local da palestra foi o Laboratório de

Hidráulica, com o auxílio de um Datashow, tendo a colaboração dos laboratoristas dos laboratórios de hidráulica e estruturas.

Na palestra foram apresentadas patologias ocasionadas nas estruturas se o concreto for mal gerenciado. Abordou-se também a forma correta e incorreta de armazenamento dos materiais que compõem o concreto. Além disso, foi apresentado o resultado de consistência e resistência à compressão do concreto a partir dos devidos ensaios feitos com os traços produzidos nas obras e o confeccionado em laboratório, fazendo o comparativo e mostrando os materiais que foram utilizados em excesso na produção do concreto nos canteiros.

Posteriormente, foi entregue uma cartilha demonstrativa a cada operário, contendo a sequência de mistura dos materiais de forma manual e mecânica, a forma correta de armazenamento dos materiais e o traço, em volume, escolhido como padrão calculado para 20 MPa que é a resistência mínima exigida para obras de pequeno porte. Por fim, o traço padrão foi refeito em laboratório pelos operários, realizado o ensaio de consistência e moldado dois corpos de prova. Estes foram rompidos aos 7 dias de cura após sua moldagem.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Características das obras

O formulário avaliativo feito no estudo de Trigueiro (2018) continha informações sobre as características gerais das obras estudadas. Ele observou que nenhuma das obras apresentava um responsável técnico, sendo gerenciadas por um operário não habilitado (pedreiro). Os traços produzidos eram definidos pela experiência dos operários, não sendo dimensionados de acordo com as normas específicas, não havendo nenhum controle tecnológico a partir de ensaios laboratoriais em nenhuma obra.

Ao final do seu trabalho, Trigueiro pôde confirmar a falta de controle com o concreto, desde a matéria prima até sua aplicação, falta de fiscalização das obras de pequeno porte e as práticas construtivas adotadas que estão relacionadas à informalidade e capacidade técnica dos profissionais responsáveis.

4.2 Características e armazenamento dos materiais

Além da forma de manuseio dos materiais, saber suas características e ter cuidado com a forma de armazenamento destes é de total importância no resultado final do concreto. Sabendo disto, Trigueiro (2018) observou o tipo, local e forma de armazenamento dos materiais constituintes do concreto. Esses parâmetros são apresentados na Tabela 3 a seguir.

Tabela 3 - Características dos materiais e tipo de mistura

OBRA	TIPO DE CIMENTO	FONTE DA ÁGUA	TIPO DE ADITIVO	TIPO DE MISTURA
1	CP II Z 32 – RS	Abastecimento público	-	Mecânica
2	CP II Z 32	Poço	-	Manual
3	CP II Z 32 – RS	Poço	-	Mecânica
4	CP II Z 32 – RS	Poço	-	Manual
5	CP II Z 32 – RS	Poço	-	Manual
6	CP II Z 32 – RS	Poço	Impermeabilizante	Manual

Fonte: Autoria Própria.

Todas as obras visitadas utilizaram cimento do tipo CP II Z 32 – RS, com exceção da obra 2 que utilizou o CP II Z 32. O cimento CP II Z possui adição (6 a 14%) de material pozolânico, proporcionando uma menor permeabilidade à pasta da mistura sendo, portanto, mais durável. O tipo mais encontrado nas obras estudadas (CP II Z 32 – RS) tem uma maior resistência ao ataque de sulfatos. Esse tipo apresenta bom desempenho em estruturas que entram em contato com ambientes agressivos, como, por exemplo, esgotos, água do mar, entre outros. Para os tipos de obra visitadas, analisando as normas referentes aos tipos de cimento mais utilizados em obras (NBR 5732, NBR 11578, NBR 5735, NBR 5736, NBR 5737 e NBR 13116), têm-se que os mais indicados são os da classe CP II e CP IV.

Todas as obras utilizavam areia aparentemente grossa, peneirada em uma peneira com abertura não identificada. O agregado graúdo utilizado por todas as obras foi a brita de tamanho não conhecido, uma vez que não foi realizado ensaio de granulometria.

Em relação a água, apenas uma das obras utilizava a de abastecimento público, sendo essa considerada livre de impurezas por causa do tratamento recebido. As demais utilizavam água de poço, considerada sem qualidade idônea, pois há histórico de alta salinidade na água dos poços da região. A utilização de água indevida na confecção do concreto pode resultar na queda da resistência, alteração do tempo de pega, ocorrência da eflorescência, aparecimento de manchas e corrosão da armadura.

Verificou-se que a obra 6 utilizou aditivo impermeabilizante, como apresentado na Figura 7, na confecção do concreto. Como o concreto produzido utiliza o tipo de cimento que proporciona uma menor permeabilidade, não há necessidade desse elemento na concretagem de vigas e pilares, como foi utilizado. Porém, o aditivo ajuda no ataque dos agentes corrosivos à armadura.

Figura 7 – Aditivo impermeabilizante



Fonte: TRIGUEIRO (2018).

Com relação ao armazenamento do aditivo, viu-se que as recomendações do item 5.3.4 da NBR 12655/15 foram respeitadas. Porém, nessa obra a mistura do concreto foi feita manualmente, o que leva a uma má homogeneidade do aditivo à massa e possibilidade de absorção pelo solo.

Conforme o item 5.3.1 da NBR 12655/15, a forma correta de armazenamento dos sacos de cimento é empilha-los, no máximo 15 ou 10 unidades, caso forem utilizados em 15 dias ou se permanecerem por um período mais longo, respectivamente. As pilhas devem estar sobre paletes de madeira 10 cm acima do nível do solo, distanciados 10 cm das paredes, guardados em local fechado, protegidos da ação de chuva, névoa ou condensação. Averiguou-se que nenhuma das obras apresentou o correto armazenamento. Segundo Trigueiro (2018), o cimento, na maioria das obras, não se encontrava em contato direto com o solo, porém estavam empilhados acima de materiais inadequados e em contato com a parede (Figura 8).

Figura 8 – Armazenamento inadequado do cimento



Fonte: TRIGUEIRO (2018).

Em relação ao armazenamento dos agregados, o item 5.3.2 da NBR 12655/15 apresenta que não pode haver contato direto entre os diferentes tipos (grauído e miúdo), nem com o solo para que não haja contaminação com outros sólidos ou líquidos prejudiciais ao concreto. Em todas as obras foi visto que os agregados são depositados diretamente sobre o solo e/ou em contato físico uns com os outros, como demonstrado na Figura 9.

Figura 9 – Armazenamento inadequado dos agregados



Fonte: TRIGUEIRO (2018).

No item 5.3.3 da NBR 12655/15, afirma que a água deve ser armazenada em caixas estanques e tampadas para que não tenha o risco de contaminação. Trigueiro (2018) relatou que, nas obras, a água era armazenada em recipientes plásticos e em sua maioria abertos.

4.3 Medição dos materiais para confecção dos traços

As obras não apresentaram um padrão de medição dos materiais. Os operários utilizavam carrinhos de mão para carregamento dos agregados, em que eram preenchidos de forma visual sem qualquer controle, tendo grande variabilidade entre os traços confeccionados. Em média, eram utilizados 2 (dois) carrinhos de areia e 1 (um) carrinho e meio de brita, preenchidos de forma intuitiva por cada operário.

A água era colocada de acordo com a percepção visual de cada operador, em que acrescentavam à medida que o concreto se apresentava trabalhável, ou seja, mais fluído pois relataram ser mais fácil de preencher as fôrmas. Isso faz com que o concreto apresente um alto abatimento e índice de porosidade, além de uma resistência abaixo do esperado para obras pequenas.

Todas as obras faziam a mistura dos materiais do concreto de forma inadequada, até mesmo as que faziam mecanicamente. As obras 1 e 3 faziam uma pré-mistura do concreto sobre o solo e em seguida o colocava na betoneira. Isso faz com que o concreto perca umidade, além de estar sujeito à contaminação do solo. As demais obras faziam a mistura do concreto totalmente manual (Figura 10).

Figura 10 – Mistura dos materiais do concreto sobre o solo



Fonte: TRIGUEIRO (2018).

Como, normalmente, não há o vibrador de concreto em obras de pequeno porte, como essas, a falta de cuidados durante o lançamento pode fazer com que os materiais se segreguem, como mostra a Figura 11, ocasionando problemas futuros na edificação, como a exsudação que é um fenômeno comum nesse tipo de obra.

Figura 11 – Segregação dos materiais do concreto



Fonte: TRIGUEIRO (2018).

4.4 Cura do concreto

De acordo com Brito Vaz e Arantes (2014), a qualidade do concreto está diretamente ligada com o tempo de cura, uma vez que impedir a saída de água permite que o concreto permaneça hidratado. Assim, o concreto se apresentará mais resistente e menos poroso, evitando permeabilidade, fissuração e lascamento, por meio de fluidos nocivos.

Portanto, segundo Brito e Arantes (2014), a cura úmida irá prevenir fissurações prematuras e desenvolvimento adequado das reações de hidratação nas primeiras idades do concreto. Manter a superfície molhada impede o aparecimento de retração plástica e retarda a retração hidráulica, fornecendo tempo suficiente à microestrutura alcançar a resistência aos esforços de tração provenientes.

Nas obras visitadas, foi relatado pelos operários que a cura do concreto das lajes, era realizada lançando água sobre estas durante 5 dias após a concretagem, essa quantidade de tempo é insuficiente para a cura do concreto. Como, no geral, não há o devido cuidado na produção do concreto nessas obras, o tempo de cura deveria ter uma maior atenção. O período ideal de cura depende das condições de secagem e os requisitos esperados de durabilidade.

Considerando tudo o que foi relatado sobre às condições inadequadas a que o concreto foi exposto durante todas as etapas de manejo, operação e aplicação, não seguindo as recomendações e exigências presentes nas normas nacionais, espera-se que o resultado do ensaio de resistência à compressão não seja satisfatório. Isso porque a resistência à

compressão do concreto está relacionada ao controle sob o processo ao qual o concreto está sujeito, antes, durante e após a sua produção.

4.5 Traços

Os traços obtidos a partir da medição dos materiais nas obras, estão demonstrados na Tabela 4.

Tabela 4 – Traços determinados nas obras a partir da medição dos materiais constituintes do concreto

Traço	Obra					
	1	2	3	4	5	6
Cimento	1	1	1	1	1	1
Areia	3,57	2,32	4,12	2,87	5,74	3,28
Brita	1,41	3,16	2,34	2,03	6,88	2,51
Água	0,96	1,14	0,8	0,9	0,96	1,3

Fonte: Autoria Própria.

Em laboratório, foram calculados três traços de acordo com as resistências iniciais de 15, 20 e 25 MPa. Os traços foram calculados com base no método de dosagem ABCP e segundo as normas referentes ao concreto NBR 6118/14 e NBR 12655/15, mostrados na Tabela 5.

Tabela 5 – Traços determinados em laboratório para três resistências diferentes

Material Resistência	Cimento	Areia	Brita	Água
15 MPa	1	2,4	2,3	0,56
20 MPa	1	2,4	2,3	0,56
25 MPa	1	2,1	2,1	0,50

Fonte: Autoria Própria.

O método utiliza o valor da resistência aos 28 dias de cura, determinado a partir de um desvio padrão. Os valores de desvio padrão utilizados para o cálculo do traço produzido em laboratório foi de 7 para a resistência de 15 MPa e 4 para as de 20 e 25 MPa. Por conta disso, pode-se observar que os traços para 15 e 20 MPa foram iguais, em relação a variabilidade. Para o cálculo, ainda se limitou a uma relação de água/cimento de 0,60 de acordo com a NBR 6118/14. O valor do abatimento utilizado no cálculo foi de 100 mm.

4.6 Resistência à compressão

Os valores de abatimento e os de resistência média à compressão (f_{cm}) obtidos no rompimento dos corpos de prova do concreto das obras estão apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 – Resultados do abatimento e das resistências à compressão obtidos nas obras

Obra	Abatimento (mm)	f_{cm} médio (MPa)	% em relação a 20 MPa
1	230	19,54	97,70%
2	200	8,47	42,35%
3	250	10,74	53,70%
4	200	14,86	74,30%
5	210	6,5	32,50%
6	225	11,58	57,90%

Fonte: Autoria Própria.

Com os resultados obtidos, pode-se observar que nenhum concreto analisado alcançou a resistência mínima exigida pela NBR 6118/14, para as obras de pequeno porte que é de 20 MPa. A única obra que produziu um traço que obteve um valor aproximado, foi a obra 1 e a que apresentou a menor resistência do concreto foi a obra 5. Em porcentagem, vê-se a diferença, principalmente, entre essas duas obras. A obra 1 obteve um percentual de 97,70 % e a 5 de 32,50 % em relação a resistência mínima de 20 MPa.

Fazendo uma comparação do traço a partir dos valores apresentados na Tabela 7 dessas duas obras, vê-se que ambas utilizaram a mesma quantidade de água. Porém, a obra 5 utilizou maior quantidade de agregados, comparado com as demais, o que pode ter influenciado no resultado, além de não seguirem as especificações das normas como mostrado nos itens anteriores.

Para os traços desenvolvidos no laboratório, a partir dos traços calculados e apresentados na Tabela 5, a consistência inicial do concreto não foi consideravelmente boa. Para melhorar a trabalhabilidade foi acrescentado 100 ml de água nos traços de 15 e 20 MPa e no traço de 25 MPa foi acrescentado 150 ml de água. A quantidade de água acrescentada foi calculada para não ultrapassar o valor limite da relação a/c de 0,6. Os valores de abatimento e resistência obtidos nos traços produzidos nessa segunda etapa, estão demonstrados na Tabela 7 a seguir.

Tabela 7 – Resultado das resistências à compressão – laboratório

f_{ck} requerido (MPa)	Abatimento (cm)	f_{ck7} (MPa)	f_{ck28} (MPa)	f_{ck28} média (MPa)	% em relação ao f_{ck} requerido
15	5	14,00	$\frac{19,56}{20,20}$	19,88	132,53 %
20	7,5	17,00	$\frac{18,65}{22,45}$	20,55	102,75 %
25	6,5	20,47	$\frac{27,59}{28,42}$	28,00	112,00 %

Fonte: Autoria própria.

Os resultados alcançados de resistência à compressão para os três traços produzidos em laboratório foram satisfatórios. Foi rompido um dos três corpos de prova aos 7 dias e os outros dois com 28 dias de cura. Os resultados de f_{ck} médio obtidos, apresentaram uma porcentagem de 132,53, 102,75 e 112,00 % em relação a valor requerido de 15, 20 e 25 MPa, respectivamente, confirmando a boa resistência do concreto produzido em laboratório.

Os valores de abatimento obtidos não coincidiram com o utilizado para cálculo que foi de 100 mm, porém estão dentro do limite permitido para as obras mais correntes, de acordo com Andofalto (2002). O autor determina o valor do abatimento de acordo com o tipo de construção que, para vigas, lajes e paredes finas, sendo estes elementos pouco armados, o limite do abatimento é de 5 a 10 cm.

4.7 Palestra

No decorrer da palestra, foram tiradas dúvidas e em seguida foi solicitado que os trabalhadores presentes produzissem o traço repassado que foi o calculado para 20 MPa, presente na Tabela 5.

Após a mistura dos materiais, alegaram que a trabalhabilidade do concreto não estava adequada para uso, como já era esperado. Portanto, foi acrescentado 100 ml de água e 100 mg de cimento para melhorar a trabalhabilidade do concreto, esse acréscimo manteve a relação de a/c de 0,6.

Foi feito o teste do abatimento do tronco de cone com o concreto produzido e moldado dois corpos de prova, que foram rompidos após 7 dias de cura e com a resistência obtida estimou-se a de 28. Os valores de f_{ck} determinados estão apresentados na Tabela 8.

Tabela 8 – Resultados obtidos na confecção do concreto feito após a palestra

f_{ck} requerido	Abatimento	f_{ck7} calculado	f_{ck28} estimado
(MPa)	(cm)	(MPa)	(MPa)
20	8	17,72	22,72

Fonte: Autoria Própria.

Com os resultados obtidos, pode-se concluir que, como esperado, após o treinamento dos trabalhadores, o concreto elaborado por eles adquiriu uma boa resistência, justificando assim a importância do treinamento dos operários das obras, tornando-os capazes de manter um controle tecnológico do concreto. A resistência estimada aos 28 dias de cura foi maior que a calculada na etapa de análise de laboratório, pois foi acrescentado além de água, a mesma quantidade de cimento.

No final da palestra, foi entregue uma cartilha (APÊNDICE A), que apresenta a sequência correta dos materiais para a fabricação do concreto manual ou mecanicamente, sendo feita toda a sua explicação. A cartilha consta também do traço para 20 MPa medido em volume e a forma correta de armazenamento dos materiais. Foi colocado também, o contato do laboratorista de estrutura do Campus VIII da UEPB para que entrem em contato com ele para poderem fazer os devidos ensaios e, assim, possam ter o devido controle tecnológico do concreto a partir de agora.

5 CONCLUSÃO

O desenvolvimento do presente estudo possibilitou uma análise da falta de controle tecnológico do concreto produzido nas obras de pequeno porte da cidade de Araruna – PB. Os ensaios feitos com o concreto produzido nas obras apresentaram um concreto de alta consistência e baixa resistência à compressão, em que se observou que nenhuma obra alcançou o mínimo permitido que é de 20 MPa. Os concretos produzidos nos canteiros eram permeáveis por causa da alta quantidade de água utilizada na mistura, sendo de péssima qualidade. A ausência de controle de água é um dos principais causadores de fissuras do concreto, que surgem devido à retração durante o tempo de cura. Foi comprovado que os traços, além de muita água, têm alta quantidade de agregados e é pobre em cimento, contribuindo na baixa resistência alcançada, sendo a média de 11,95 MPa.

A partir da análise feita em laboratório, concluiu-se que é possível produzir um concreto trabalhável sem a necessidade do uso de alta quantidade de água e agregados, aumentando a resistência final do concreto, além de diminuir o custo. O concreto feito na etapa da palestra, em que, após o rompimento e estimativa, obteve uma resistência aos 28 dias de 22,72 MPa, um pouco maior que a resistência conseguida na segunda etapa que foi de 20,55 MPa. Ao final da palestra foi entregue uma cartilha com as instruções sobre o armazenamento dos materiais, o traço base repassado, a forma de medição que pode ser adotada, que é a utilização de um balde com volume conhecido, e o contato do laboratorista para caso queiram manter o controle do concreto produzido.

Por fim, foi possível comprovar a importância de se ter o controle tecnológico do concreto nas pequenas obras. O estudo pode ser estendido para se ter uma avaliação geral das pequenas obras, em que pode ser feita uma análise das manifestações patológicas causadas pela má confecção e execução do concreto. Essa continuidade do estudo pode ser mais um incentivo aos trabalhadores e construtores a terem maior cuidado com o concreto em todas as suas etapas de confecção.

ANALYSIS OF THE TECHNOLOGICAL CONTROL OF CONCRETE IN SMALL SIZE CONSTRUCTION

ABSTRACT

The concrete is the most used material in civil construction, composed of the mixture of cement, aggregates and water, affording his use in the structural elements of a construction. In this way, the correct dosage of these elements interferes directly in the chemical reactions of the mixture and in the strength and durability of the structure. Due to the lack of supervision of the materials used, mainly in small city, frequently the project norms are violation. Thus, the present work has the objective of evaluating the concretes produced in the small city of Araruna - PB. In this work were analyzed constructions in the initial stage and samples of the traces produced were collected to verify the compressive strength test and the concrete consistency. The results obtained in the tests were compared with those obtained in the laboratory from of the traces calculated determined using the ABCP dosage method for three different strengths (15, 20 and 25 MPa). In the next stage, after comparing the results, a lecture was given with the workers of the city, in order to aware them with respect to importance of the technological control of the concrete in all the stages of their preparation. The resistance and average abatement of the concrete produced in the constructions were 11.95 MPA and 220 mm, respectively, proving that the concrete is poor in cement, permeable and of low resistance. The trace chosen as standar was calculated for 20 MPa, which was remade by the workers at the end of the lecture, reaching an estimated resistance of 22.72 MPA, being greater than expected.

Keywords: Concrete dosing. compressive strength. Technological control.

REFERÊNCIAS

ABNT NBR 12655: **Concreto de Cimento Portland – Preparo, controle e recebimento – Procedimento.** Rio de Janeiro, 2015.

ABNT NBR 6118: **Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento.** Rio de Janeiro, 2014.

ABNT NBR 5738: **Concreto – Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova.** Rio de Janeiro, 2016.

ABNT NBR 5739: **Concreto – Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos.** Rio de Janeiro, 2018.

ABNT NBR NM 67: **Concreto – Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone.** Rio de Janeiro, 1998.

ABNT NBR 7211: **Agregados para concreto – Especificação.** Rio de Janeiro, 2005.

ABNT NBR 7217: **Agregados – Determinação da composição granulométrica.** Rio de Janeiro, 2003.

ABNT NBR 5732: **Cimento Portland comum.** Rio de Janeiro, 1991.

ABNT NBR 11578: **Cimento Portland composto.** Rio de Janeiro, 1991.

ABNT NBR 5735: **Cimento Portland de alto-forno.** Rio de Janeiro, 1991.

ABNT NBR 5736: **Cimento Portland pozolânico.** Rio de Janeiro, 1991.

ABNT NBR 5737: **Cimento Portland resistente a sulfatos.** Rio de Janeiro, 1992.

ABNT NBR 13116: **Cimento Portland de baixo calor de hidratação.** Rio de Janeiro, 1994.

ANDOLFATO, R. P. **Controle tecnológico básico do concreto.** Ilha Solteira: NEPAE, 2002.

BARBOSA, M. R.; BASTOS, P. S. **Traços de concreto para obras de pequeno porte.** Bauru: UNESP, 2008.

BASTOS, P. S. S. **Estruturas de concreto armado.** Universidade Estadual Paulista. Bauru, 2014.

BRITO VAZ, F. H.; ARANTES, G. M. **Controle e qualidade no recebimento do concreto dosado em central.** Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil). Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2014.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de pesquisa.** EAD: Série educação à distância; UFRGS EDITORA. 1ª edição; Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Porto Alegre, 2009.

GEYER, A. L. B. **Importância do controle de qualidade do concreto no estado fresco.** Tecnologia em Concreto: Modernidade a Serviço do Cliente; REALMIX, Aparecida de Goiânia/GO, 2006.

GUERRA, R. S. T. **Método de dosagem da ABCP.** Clube do Concreto: Concreto e Pré-fabricados de Concreto, 2017. Disponível em: <<http://www.clubedoconcreto.com.br/2015/10/ajustes-e-consideracoes-sobre-o-metodo.html>> Acesso em: 15 de agosto de 2017.

HELENE, P. R. L.; TERZIAN, P. **Manual de dosagem e controle do concreto.** Ed. Pini. Brasília, 1993. p. 349.

LIMA, C. I. V. et al. **Concreto e suas inovações.** Cadernos de graduação: Ciências exatas e tecnológicas; Maceió, 2014.

PEDROSO, F. L. Concreto e Construções. **Concreto: as origens e a evolução do material construtivo mais usado pelo homem.** IBRACON, n. 53, p. 14-19, jan. fev. mar. 2009.

TRIGUEIRO, J. S. **Avaliação da qualidade do concreto produzido em obras de pequeno porte do município de Araruna – PB.** Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Estadual da Paraíba – UEPB, Araruna/PB, 2018.

TUTIKIAN, B. F.; HELENE, P. Concreto: Ciências e Tecnologia. **Dosagem dos concretos de cimento Portland.**; IBRACOM, São Paulo, 2011.

TUTIKIAN, B. F. **Método para dosagem de concretos auto-adensáveis.** Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

APÊNDICE A – CARTILHA ILUSTRATIVA DE UM TRAÇO IDEAL PARA OBRAS DE PEQUENO PORTE

<p>MEDIÇÃO DOS MATERIAIS</p>  <p>BALDE DE 10 LITROS</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>AREIA + BRITA + ÁGUA</p> </div>	<p>FORMA DE ARMAZENAMENTO DOS MATERIAIS</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ CIMENTO: EMPILHAR NO MÁXIMO 15 SACOS SOBRE PALETES DE MADEIRA E AFASTADO 10 cm DA PAREDE; ✓ AREIA E BRITA: AFASTADOS UM DO OUTRO E SEM CONTATO DIRETO COM O SOLO; ✓ ÁGUA: CAIXAS FECHADAS. 	 <p>UEPB Universidade Estadual da Paraíba</p> <p style="text-align: center;">CARTILHA ILUSTRATIVA DE UM TRAÇO IDEAL PARA OBRAS DE PEQUENO PORTE</p>
<p>RESISTÊNCIA DO CONCRETO: MOLDAGEM DE CORPOS DE PROVA E ROMPIMENTO LABORATÓRIO DE ESTRUTURAS – UEPB CAMPUS VIII (ARARUNA – PB) CONTATO DO LABORATORISTA: (83) 99644-7303</p>		

MISTURA MANUAL	TRAÇO IDEAL	MISTURA MECÂNICA
	<p>CIMENTO</p>  <p>→ 1 SACO DE CIMENTO</p> <p>AREIA</p>  <p>→ 6 BALDES + 5 LITROS</p> <p>BRITA</p>  <p>→ 6 BALDES + 4 LITROS</p> <p>ÁGUA</p>  <p>→ 2 BALDES + 5 LITROS</p>	
<p>SEQUÊNCIA DA MISTURA</p> <p style="text-align: center;">AREIA ↓ CIMENTO ↓ BRITA ↓ ÁGUA</p>		<p>SEQUÊNCIA DA MISTURA</p> <p style="text-align: center;">BRITA ↓ ½ ÁGUA ↓ CIMENTO ↓ AREIA + ½ ÁGUA</p>