



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

FRANCISCO HUMBERLÂNIO TAVARES DE ARAÚJO

**CONTROLE E QUALIDADE NO RECEBIMENTO DO CONCRETO USINADO:
ESTUDO DE CASO PISCINA DA OBRA IN MARE AREIA DOURADA,
CABEDELO-PB**

ARARUNA
2017

FRANCISCO HUMBERLÂNIO TAVARES DE ARAÚJO

**CONTROLE E QUALIDADE NO RECEBIMENTO DO CONCRETO USINADO:
ESTUDO DE CASO PISCINA DA OBRA IN MARE AREIA DOURADA,
CABEDELO-PB**

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

Área de concentração: Estruturas e Materiais.

Orientador: Prof. Dr. Daniel Baracuy da Cunha Campos.

A658c Araújo, Francisco Humberlânio Tavares de.
Controle e qualidade no recebimento do concreto usinado
[manuscrito] : estudo de caso piscina da obra in mare areia
dourada, Cabedelo-PB / Francisco Humberlânio Tavares de
Araújo. - 2017.
27 p. : il. colorido.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em
Engenharia Civil) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro
de Ciências, Tecnologia e Saúde, 2017.

"Orientação : Prof. Dr. Daniel Baracuy da Cunha Campos,
Coordenação do Curso de Engenharia Civil - CCTS."

1. Resistência à Compressão. 2. Slump test. 3.
Concretagem.

21. ed. CDD 624.18

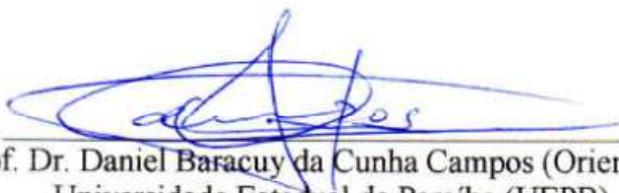
**CONTROLE E QUALIDADE NO RECEBIMENTO DO CONCRETO USINADO:
ESTUDO DE CASO PISCINA DA OBRA IN MARE AREIA DOURADA,
CABEDELO-PB**

Trabalho de conclusão de curso apresentado a Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Área de concentração: Estruturas e Materiais.

Aprovada em: 14/12/2017.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Daniel Baracuy da Cunha Campos (Orientador)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Marinaldo dos Santos Júnior

Prof. Marinaldo dos Santos Júnior
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Pedro Filipe de Luna Cunha

Prof. Msc. Pedro Filipe de Luna Cunha
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

A Deus, minha mãe, irmã e namorada, pela dedicação,
companheirismo e amizade, DEDICO.

AGRADECIMENTOS

À Deus, desde o início da minha caminhada, Tu estás comigo, pois a caminhada não acabou. Obrigado Senhor!

À Daniel Baracuy da Cunha Campos, coordenador do curso de Engenharia Civil e orientador, pelas caronas, pelas leituras sugeridas ao longo dessa orientação, pela dedicação e por seu empenho.

À minha mãe Mônica Tavares de Araújo, a meu avô João Tavares da Silva e minha irmã Ane Caroline Tavares Nobre Amescosa, pela compreensão por minha ausência nas reuniões familiares.

A minha avó (*in memoriam*), embora fisicamente ausente, sentia sua presença ao meu lado, dando-me força.

A minha namorada Francisca Patricia da Silva Lopes, por todos os momentos de companheirismo e incentivo, durante todo o curso.

A engenheira Luedva Pontes Ferreira Fernandes e Urban Areia Dourada Empreendimentos Imobiliários SPE Ltda. pela oportunidade de estágio.

A ASPEC – Engenharia e consultoria Ltda., pelo ensaio de resistência a compressão sem custo, como forma de incentivo.

Aos professores do Curso de Engenharia Civil da UEPB, em especial, Marinaldo dos Santos Júnior e Pedro Filipe de Luna Cunha, que contribuíram, por meio das disciplinas e debates, para o desenvolvimento desta pesquisa.

Aos funcionários da UEPB em especial, Joaline da Costa Cavalcante, pela presteza e atendimento quando nos foi necessário.

Aos colegas de classe em especial, Antonio Dias de Lima Terceiro Neto, pelos momentos de amizade e apoio.

“O sucesso de uma construção depende, em grande parte, da correta definição do tipo de concreto a ser utilizado. (ABESC, 2007).”

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. OBJETIVO	8
2.1 Objetivo Geral	8
2.2 Objetivo Específico	8
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	9
3.1 Concreto	9
3.2 Controle e Recebimento do Concreto.....	11
3.3 Transporte do Concreto	12
3.4 Dosagem do Concreto	12
3.6 Recebimento do Concreto	13
3.7 Controle e Qualidade	14
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	16
4.1 Estudo de caso	16
4.2 Materiais	17
4.3 Métodos	18
4.3.1 Ensaio de Abatimento do Tronco de Cone.....	18
4.3.2 Ensaio de Resistência à Compressão	20
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
6. CONCLUSÃO	22
REFERÊNCIAS	23

CONTROLE E QUALIDADE NO RECEBIMENTO DO CONCRETO USINADO: ESTUDO DE CASO PISCINA DA OBRA IN MARE AREIA DOURADA, CABEDELO-PB

Francisco Humberlânio Tavares de Araújo*

RESUMO

O concreto é o material de construção mais consumido no mundo, o mesmo é resultado da mistura homogênea de agregado miúdo (areia), agregado graúdo (brita), aglomerante (cimento) e água, podendo ainda conter aditivos. A qualidade do concreto na produção de elementos estruturais está diretamente relacionada ao controle no recebimento, execução, adensamento e cura do mesmo. A etapa de recebimento é de grande importância e recebe atenção da norma técnica NBR 12655/2006, que prescreve as características do concreto de cimento Portland, para elementos estruturais moldados em obra. Este trabalho teve como objetivo apresentar normas e outras referências quanto ao recebimento, controle e qualidade do concreto usinado no canteiro de obras, além de verificar se o material recebido se enquadrava nos limites especificados no projeto. Foi realizado um estudo de caso durante a concretagem de uma piscina no Residencial In Mare Areia Dourada, situado no município de Cabedelo-PB. Foram realizadas as etapas de acompanhamento e recebimento do concreto, através de análises de abatimento tronco cônico segundo a NBR NM 67/1998 e moldagem de corpos de prova 10x20cm, seguida das etapas de cura e análises da resistência à compressão de acordo com a NBR 5738/2003 e a NBR 5739/2007. Conforme com os resultados obtidos, observou-se que o concreto usinado utilizado na concretagem da piscina do residencial apresentou uma resistência à compressão aos 28 dias de cura de $44,61 \pm 0,79$ MPa para o primeiro lote, $41,43 \pm 1,41$ MPa para o segundo lote e $38,16 \pm 6,02$ MPa para o terceiro lote, e 10 ± 2 de abatimento tronco cônico. Além disso, de acordo com o estudo da literatura, constatou-se que possíveis falhas no controle de qualidade do concreto podem acarretar manifestações patológicas e prejuízos em cronogramas.

Palavras-Chave: Resistência à Compressão. Slump test. Concretagem.

1. INTRODUÇÃO

Segundo Mehta e Monteiro (2006), o concreto é o material de construção mais utilizado pelo homem, perdendo apenas para a água, podendo ser o responsável por diversos problemas estruturais e estéticos que são facilmente percebidos nas obras nos centros urbanos.

A utilização do concreto no Brasil é economicamente mais vantajosa se comparado aos perfis metálicos utilizados na maioria das obras convencionais. Segundo o Sistema Nacional de Pesquisa de Custo e Índices da Construção Civil - SINAPI, Tabela de insumos de

* Aluno de Graduação em Engenharia Civil na Universidade Estadual da Paraíba – Campus VIII.
Email: h1berlanio@gmail.com

outubro de 2017, em pesquisa realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) na Paraíba, o preço do metro cúbico de concreto bombeado, fck 25 MPa, fica no valor de R\$ 0,14 por quilograma (considerando o peso específico do concreto simples em 2400 kg/m³) e do perfil de aço estrutural “I”, o mais utilizado, fica em torno de R\$ 4,26 por quilograma. Existe uma fácil percepção na diferença de custo dos materiais, mas é uma comparação limitada, pois a obra não é só concreto, e existe outros parâmetros que devem ser analisados.

O concreto possui uma gama de variedades, sendo distinguido cada tipo através de parâmetros como: traço, resistência característica (fck), formas de aplicação, trabalhabilidade entre outras. Cerca de 25% das falhas construtivas são devidas a materiais mal utilizados (HELENE; TERZIAN, 1993), por isso deve-se ter um controle tecnológico dos materiais empregados na construção, de acordo com Fortes e Merighi (2004, p.4): “O controle tecnológico e de qualidade se constitui na amostragem dos serviços que estão sendo realizados além da realização de ensaios para verificar nas diversas fases de execução, desde a seleção dos materiais, misturas ou aplicação desses materiais, e fases posteriores”.

A falta de controle na especificação e recebimento do concreto, juntamente com a sua finalidade de suportar diretamente as cargas nas edificações, faz com que o concreto seja, dentre os materiais de construção, um dos que mais se deve ter atenção no momento de sua chegada à obra.

2. OBJETIVO

2.1 Objetivo Geral

Avaliar a qualidade e controle no recebimento do concreto usinado para concretagem da piscina na obra In Mare Areia Dourada na cidade de Cabedelo - PB.

2.2 Objetivo Específico

- Verificar consistência do concreto usinado, através do ensaio de abatimento do tronco de cone (“Slump Test”), de acordo com NBR NM 67 (ABNT, 1998), no recebimento do concreto na obra In Mare Areia Dourada.
- Analisar da resistência à compressão do concreto, para a concretagem da piscina da obra In Mare Areia Dourada.

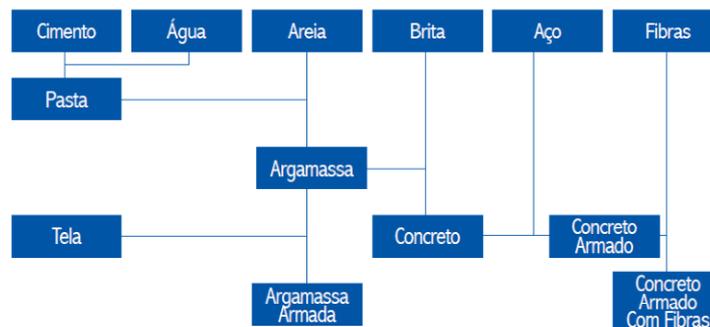
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Concreto

Concreto é um material resultante da mistura íntima e bem proporcionada de um aglomerante (cimento), agregado miúdo (areia), agregado graúdo (brita), água e eventuais adições. De acordo com ABESC (2007), o concreto é uma mistura homogênea de outros materiais, conforme apresenta a Figura 1.

É preciso identificar quais materiais e componentes que podem afetar a qualidade da edificação, documentando o critério de decisão sobre a seleção de fornecedores e considerando confiabilidade, capacidade de fornecimento, recursos necessários, tempo de entrega, preço, existência de sistema da qualidade, experiência anterior e reputação. (FILHO, 2002, p. 21)

Figura 1 – Fluxograma do concreto



Fonte – ABESC, 2007

Segundo a NBR 9925 (ABNT, 2011), o agregado miúdo pode ser definido como areia de origem natural ou resultado de britamento de rochas estáveis, cujos grãos passam na peneira Nº 4 (abertura 4,8 mm) podendo ficar retido até 15% dos grãos. Podem ser obtidos por extração direta do leito de rios por meio de dragas e enchedeiras ou retirados de minas, como por exemplo, as areias, ou por fragmentação de grãos maiores, como o pó de brita.

Agregados graúdos são aqueles cujos grãos ficam retidos na peneira Nº 4 (abertura 4,8 mm) podendo passar até 15% dos grãos, podendo ser obtidos diretamente na natureza, como os seixos rolados ou pedregulhos, ou artificialmente, como as britas.

Os seixos rolados possuem forma arredondada e textura superficial lisa, favorecendo a plasticidade do concreto, exigindo menos água de amassamento, entretanto possui menos aderência à pasta, fator que desempenha fator importante na resistência a compressão do concreto.

As britas têm geralmente, forma angular e superfície rugosa, o que possibilita melhor aderência à argamassa que as envolvem.

O cimento Portland é um material pulverulento, constituído de silicatos e aluminatos de cálcio, praticamente sem cal livre. É resultado da moagem de um produto denominado clínquer, cuja mistura bem dosada de calcário (CaCO_3) e argila, de forma que toda a cal se combine com os compostos argilosos e não resulte em cal livre em quantidade prejudicial, calcinado até fusão incipiente. Após a queima, é feita pequena adição de gesso (CaSO_4), com a finalidade de regularizar o tempo de endurecimento do cimento.

O concreto pode ser fabricado tanto na obra como em central, mas exige do seu executor um perfeito conhecimento das propriedades e qualidades dos materiais componentes e da proporção entre eles, bem como da técnica de seu preparo e uso, a fim de garantir as qualidades essenciais, mostradas a seguir:

- Facilidade de emprego enquanto fresco;
- Resistência mecânica;
- Durabilidade;
- Impermeabilidade;
- Bom aspecto, para concreto aparente;
- Constância de volume quando endurecido.

Segundo a Abesc, (2007, p.6): “O concreto é um dos materiais da construção mais utilizados em nosso país. A busca constante da qualidade, a necessidade da redução de custos e a racionalização dos canteiros de obras, fazem com que o concreto dosado em central, seja cada vez mais utilizado”.

Para se obter as qualidades essenciais do concreto e visando o fator econômico é necessário que seja feita uma seleção cuidadosa dos materiais constituintes, devendo conhecer as propriedades de cada material afim de alcançar qualidade e uniformidade. É de suma importância uma proporção ideal entre aglomerante/agregado; agregado miúdo/agregado graúdo; quantidade de água em relação ao material seco e do aditivo em relação ao aglomerante, além de uma adequada manipulação na produção do concreto, uma continua hidratação após a moldagem.

O concreto dosado em usina é normatizado pela ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas através do CB-18- Comitê Brasileiro de Cimento, Concreto e Agregados, sendo normatizados de acordo com as seguintes normas:

- NBR 6118 (ABNT, 2014) (Projeto e Execução de Obras de Concreto Armado);
- NBR 7212 (ABNT, 2012) (Execução do Concreto Dosado em Central);
- NBR 12654 (ABNT, 1992) (Controle Tecnológico dos Materiais Componentes do Concreto);
- NBR 12655 (ABNT, 2006) (Preparo, Controle e Recebimento de Concreto); e
- NBR 8953 (ABNT, 1992) (Concreto para Fins Estruturais – Classificação por Grupos de Resistência).

3.2 Controle e Recebimento do Concreto

O planejamento é um dos principais fatores para obtenção de resultados desejados quanto à qualidade do concreto em relação a sua resistência mecânica, durabilidade e desempenho. Segundo Abesc (2007) a etapa de recebimento do concreto, inicia-se na etapa de planejamento a partir da escolha de uma concreteira experiente, com localização adequada visando minimizar transtornos com deslocamento e que estão em cumprimento das normas técnicas sobre a execução do concreto dosado em central.

A especificação correta do concreto pelo projetista também é primordial, informando a resistência característica do concreto (f_{ck}), a trabalhabilidade ($slump$), classe de agressividade ambiental, fator água cimento e consumo mínimo de cimento, além de outros como dimensões máximas de agregados, módulo de elasticidade e cobrimento mínimo de armadura.

A NBR 7212 (ABNT, 2012), estabelece os requisitos para a execução de concreto dosado em central e incluem as operações de armazenamento dos materiais, dosagem, mistura, transporte, recebimento, controle de qualidade, inspeção e critérios de aceitação e rejeição, além de ajustes quando da necessidade de adicionar água, quanto à evaporação durante o transporte.

A quantidade ideal de água em um traço de concreto pode ser analisada alisando a superfície da mistura com uma colher e observando a superfície. Se a superfície alisada ficar úmida, mas não escorrer água, a quantidade de água está ideal, se escorrer água, há excesso de água e se a superfície nem ficar úmida é sinal de que há falta de água.

É necessária a rastreabilidade dos locais de aplicação do concreto através do mapa de concretagem, com a devida amostragem. Caso o f_{ck} esteja menor que o exigido, a empresa deve verificar no mapa de concretagem qual foi o local da obra em que esse concreto foi aplicado, abrir uma não conformidade e aplicar o reforço necessário para que a estrutura da obra não fique prejudicada. O projetista e a concreteira deverão ser informados

imediatamente, em caso de divergência de resultados entre tecnologista do laboratório contratado e da concreteira.

O engenheiro ou construtor é o responsável pelo concreto na obra, aceitando-o ou rejeitando-o, após conferir as características do material. No canteiro de obras, o correto planejamento do transporte de concreto do caminhão betoneira até o local de aplicação, além de reduzir o tempo do processo, pode evitar alterações na composição do material.

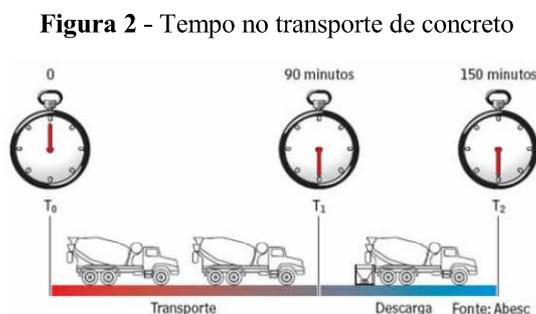
3.3 Transporte do Concreto

A concreteira é responsável pelo transporte do concreto da central de dosagem até o canteiro de obras, que deve seguir os procedimentos estabelecidos pela NBR 7212 (ABNT, 2012).

Uma das orientações da NBR 7212 (ABNT, 2012), estabelece o tempo máximo entre o momento da primeira adição da água e a entrega do concreto. Este tempo deve variar entre 40 minutos para veículos não dotados de agitação e 90 minutos para veículos como caminhões betoneira. Tempo este fixado de forma que o adensamento não ocorra após o início da pega do concreto lançado e das camadas de concreto posteriormente adensado.

O transporte do concreto deve ser o mais rápido possível e de maneira que mantenha a homogeneidade da massa, evitando-se a segregação dos materiais. Este transporte pode ser feito por meio de jericas, guias e por meio de bombas.

A norma NBR 7212 (ABNT, 2012), além de estipular o tempo máximo de transporte do concreto da central até a obra, fixa também o tempo máximo para que o concreto seja aplicado. Em, no máximo, 150 minutos a partir do preparo, a mistura deve estar completamente depositada nas fôrmas. A Figura 2 apresenta o tempo no transporte do concreto.



Fonte – PINI, 2006

3.4 Dosagem do Concreto

Dosar um concreto consiste em determinar a proporção mais adequada e econômica, com que cada material entra na composição da mistura, objetivando as propriedades já

identificadas para o concreto fresco e endurecido. É importante calcular o traço que atende as condições específicas de um projeto, utilizando corretamente os materiais disponíveis, de exprimir a proporção dos componentes de uma mistura.

Genericamente, um traço 1:a:p:x para concreto significa que para uma parte de aglomerante (cimento) deve-se ter **a** partes de agregados miúdo (areia), **p** partes de agregado graúdo (brita) e **x** partes de água.

O traço de concreto pode ser medido em massa ou em volume, sendo que quando a unidade não está sendo expressa de forma clara, subentende-se que esta medida seja em massa de material. Caso o traço seja dado em volume o mesmo deve ser indicado. Frequentemente, adota-se uma indicação mista para traço de concreto, sendo o cimento medido em massa e os agregados em medidos em volume. A Tabela 1 apresenta alguns exemplos de traços de concreto.

Tabela 1 - Exemplos de traços de concreto

Aplicações	Traço em Volume de Lata Referido ao Saco de Cimento	Rendimento
Base de fundações e contrapisos (concreto magro)	1: 8,5: 11,5: 2	14 latas ou 0,25 m ³
Concreto para fundações	1: 5: 6,5: 1,5	9 latas ou 0,16 m ³
Concreto para pisos	1: 4: 6: 1,5	8 latas ou 0,14 m ³
Concreto para pilares, vigas, vergas, lajes e pré-moldados em geral	1: 4: 5,5: 1,25	8 latas ou 0,14 m ³

Obs.: a lata é de 18 litros e a brita 1 e 2.

Fonte - COELHO, 2010

3.6 Recebimento do Concreto

De acordo com os procedimentos de preparo, controle e recebimento do concreto estabelecidos pela NBR 12655 (ABNT, 2006), se tratando de concreto preparado por empresa de serviço de concretagem, a responsabilidade pelo preparo e pela qualidade, inclusive as constantes na NBR 7122 (ABNT, 2012), é da concreteira. Os documentos relativos à análises, ensaios, dosagens, resultados, bem como o mapeamento do concreto na obra, devem ser arquivadas pela usina e na obra por seu responsável técnico.

Para aceitação a referida norma entende quatro tipos de definições de responsabilidades:

- Aceitação do concreto: Exame sistemático do concreto, de acordo com esta norma, de modo a verificar se atende às especificações.
- Aceitação do concreto fresco: Verificação da conformidade das propriedades especificadas para o estado fresco, efetuada durante a descarga da betoneira.
- Aceitação definitiva do concreto: Verificação do atendimento a todos os requisitos especificados para o concreto.
- Recebimento do concreto: Verificação do cumprimento desta norma, através da análise e aprovação da documentação correspondente, no que diz respeito às etapas de preparo do concreto e sua aceitação.

A NBR 12655 (ABNT, 2006) estabelece os seguintes ensaios para controle de qualidade: ensaio de consistência, ensaios de resistência à compressão e de módulo de elasticidade.

3.7 Controle e Qualidade

A execução de uma estrutura em concreto armado não pode deixar de seguir as normas da ABNT em vigor e notadamente a NBR 6118 (ABNT, 2014) – Projeto e execução de obras de concreto e as normas referente à caracterização de materiais. A seguir são mostrados os itens referentes ao controle tecnológico e à aceitação da estrutura.

O controle tecnológico deverá abranger os seguintes itens previstos pelas normas:

- Ensaios de caracterização dos materiais constituintes;
- Verificação da dosagem utilizada. As quantidades dos constituintes devem ser as especificadas;
- Verificação da trabalhabilidade, através do Ensaio de Consistência;
- Verificação da resistência à compressão.

Para que se tenha uma perfeita avaliação, o concreto produzido deve corresponder ao que foi adotado previamente por ocasião do dimensionamento da estrutura, que faz parte da própria concepção do processo construtivo.

O controle das propriedades do concreto, inicialmente devem ser prescritas em projeto por profissional habilitado conforme estabelecido na NBR 12655 (ABNT, 2006), sendo descritas a seguir algumas propriedades e a importância de seu controle.

- Resistência característica do concreto à compressão – é a característica mecânica mais importante de um concreto. Geralmente sua determinação se

efetua mediante o ensaio de corpos de prova executados segundo procedimentos operatórios normalizados estabelecidos pelas normas NBR 5738 (ABNT, 2003) e NBR 5739 (ABNT, 2007);

- Consistência ou trabalhabilidade – É a propriedade que lhe permite ser transportado, lançado, distribuído, adensado e acabado sem sofrer danos quanto à homogeneidade da massa, à resistência mecânica e à durabilidade do material endurecido. Identifica sua maior ou menor aptidão de ser empregado com determinada finalidade;
- Massa Específica - Depende da massa específica dos seus componentes, incluindo granulometria e natureza dos agregados, da dosagem e do adensamento. Varia em torno 1800 kg/m^3 para concretos leves e 2500 kg/m^3 para concretos normais;
- Porosidade e Permeabilidade - Todos os concretos são mais ou menos porosos e, por conseguinte permeáveis. O que vai limitar a maior ou menor porosidade é a dosagem e o adensamento. Mesmo assim, concretos gordos não são totalmente impermeáveis, pois a água que se emprega para dar plasticidade, parte é consumida no processo físico-químico da pega e parte se evapora, deixando vazios na massa. Além disso, por mais esmerado que seja o adensamento, é impossível preencher todos os vazios, por isto, deve-se minimizá-los ao máximo;
- Dilatação Térmica - Ocasionalada nas peças de concreto por efeito da mudança de temperatura, o seu coeficiente depende essencialmente do fator água/cimento, pois a pasta de cimento é muito mais sensível que o agregado. Em média, pode-se calcular que para cada variação de 1° C entre -15° e $+50^\circ \text{ C}$, a dilatação é de $0,01 \text{ mm}$ por metro linear;
- Resistência ao Desgaste - Qualidade importante para concretos destinados a pisos, escadas, passeios ou outras construções com circulação de pedestres e veículos. É uma propriedade que depende da qualidade do cimento, de sua proporção e relação à areia, da dosagem do agregado e da capacidade de mistura;
- Relação água cimento – deve atender o projeto, sendo essa reação o principal fator de definição da resistência à compressão do concreto. Podendo estender este controle à relação água volume de concreto, que contribui para maior ou

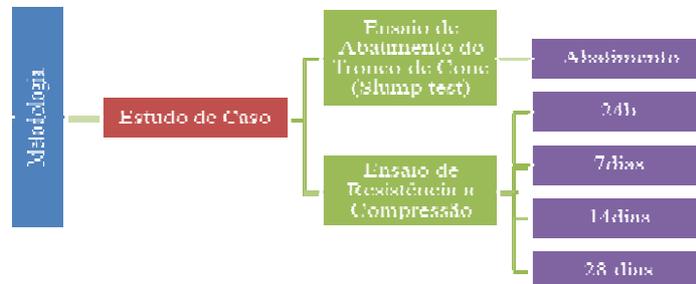
menor porosidade, conseqüentemente a ocorrência de permeabilidade da água na estrutura de concreto;

- Módulo de elasticidade – deve ser definida em projeto e controlada no recebimento e aceitação do concreto, devendo a estrutura atender a NBR 6118 (ABNT, 2014), no que tangue ao estado limite de serviço e a NBR15575 (ABNT, 2013) quanto a deformações plásticas excessivas;
- Dimensão máxima característica dos agregados – definidos em projetos e controlados no recebimento do concreto, com objetivo de atender as características dos elementos estruturais e evitar ninhos de concretagem ou segregação da argamassa do concreto e o agregado graúdo.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Neste item serão apresentados os materiais estudados e os métodos de ensaios utilizados para execução deste trabalho, conforme é detalhado no fluxograma da Figura 3.

Figura 3 - Fluxograma da metodologia utilizada na pesquisa



Fonte - Próprio Autor, 2017

4.1 Estudo de caso

Foi realizado um estudo de caso no empreendimento In Mare Areia Dourada apresentado Figura 4, situado na Avenida José Américo de Almeida Filho, Nº1475 em Cabedelo – PB. O mesmo conta com dois blocos separados por junta de dilatação, sendo um edifício residencial, com 7 tipos de plantas com unidades até 305,12m² e áreas comuns de lazer e muita sofisticação de frente para o mar.

Figura 4 – Empreendimento In Mare Areia Dourada



Fonte – Site da empresa, 2017

A tipologia estrutural adotada é a de concreto armado convencional, com pilares e vigas, e alvenaria de vedação feita com bloco cerâmico apresentado na Figura 5. A laje é do tipo nervurada.

Figura 5 – Edifício residencial em obras



Fonte – Próprio Autor, 2017

A empresa que presta serviços de concretagem é a SUPERMIX Concreto S/A João Pessoa – PB, responsável pela composição do traço especificado em projeto, fornecendo também o serviço de bombeamento de concreto à obra. Os serviços de controle tecnológico do concreto ficam a cargo da empresa ASPEC – Engenharia e Consultoria LTDA, e pelo estagiário de Engenharia Civil.

4.2 Materiais

Concreto: Foi utilizado concreto usinado, comercializado pela empresa SUPERMIX Concreto S/A João Pessoa – PB.

Composição do traço para um metro cúbico de concreto especificado em projeto:

- Resistência Característica do concreto (f_{ck}): 35Mpa
- Cimento CP II F 40 LAFARG: 304kg
- Brita 19mm = 0,688
- Areia Média = 0,666
- Relação água/cimento: 0,572
- Aditivo SIKA RM 300/RECOVER

Um traço 1:0,688:0,666:0,573 para concreto que significa: para uma parte de aglomerante (cimento CP II F 40) deve-se ter 0,688 partes de agregados miúdo (areia média), 0,666 partes de agregado graúdo (brita 19mm), 0,572 partes de água e acrescentado um aditivo de pega normal, plastificante com alto poder de redução de água para concreto.

4.3 Métodos

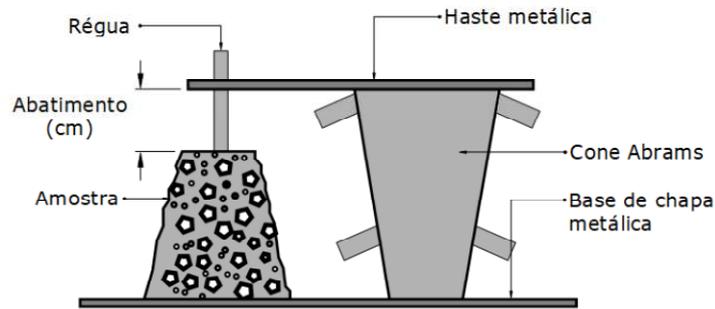
Para a concretagem da piscina da cobertura de uso comum foram solicitados 3 caminhões de concreto totalizando 22,5m³. Para cada caminhão foi realizado o procedimento explicado a seguir.

A liberação do bombeamento do concreto é realizada a partir da autorização do responsável pela concretagem através de rádio e a conferência de nota fiscal pelo responsável pelo recebimento do concreto, neste caso desempenhado por um estagiário de engenharia da empresa. Após a conferência da nota fiscal, autoriza o operador do caminhão betoneira a girar o balão para que a mistura fique mais homogênea. Retira-se uma amostra do concreto para o ensaio de consistência e para moldagem dos corpos de provas. Assim como também a conferência de todas as armaduras de projeto e o cobrimento nominal da mesma, antes da concretagem.

Foram realizados os ensaios de abatimento do tronco de cone segundo o que sugere a NBR NM 67 (ABNT, 1998). Depois a moldagem dos corpos de prova, de acordo com os procedimentos sugeridos pela NBR 5738 (ABNT, 2003), cura e rompimento.

4.3.1 Ensaio de Abatimento do Tronco de Cone

Neste ensaio, colocamos uma massa de concreto dentro de uma forma tronco-cônica, em três camadas igualmente adensadas, cada uma com 25 golpes, conforme apresenta a Figura 6.

Figura 6 - Determinação da Consistência do Concreto

Fonte – Próprio Autor, 2017

Com o resultado em centímetros, classifica-se o concreto de acordo com a sua consistência em:

- Consistência Seca: $a \leq 2$ cm;
- Consistência Rija: $2 \text{ cm} < a \leq 6$ cm;
- Consistência Média: $6 \text{ cm} < a \leq 13$ cm;
- Consistência Úmida: $13 \text{ cm} < a \leq 20$ cm;
- Consistência Fluida: $20 \text{ cm} < a \leq 25$ cm.

A Tabela 2 indica limites do “Slump Test” indicados para diversos tipos de obras.

Tabela 2 – Limites de abatimento no Slump-Test

Tipo de Obra/Serviço	Consistência Trabalhabilidade	Concreto com Vibração Manual ou Mecânica	
		mínimo (cm)	máximo (cm)
Fundações e muros não armados	firme	2,0	6,0
Fundações e muros armados	firme a plástico	3,0	7,0
Estruturas usuais	plástico	5,0	7,0
Peças com alta densidade de armaduras	plástico a mole	7,0	9,0
Concreto aparente	plástico a mole	6,0	8,0
Concreto bombeado até 40 m	mole	8,0	10,0
Concreto bombeado + 40 m	muito mole	9,0	13,0

Fonte - COELHO, 2010

4.3.2 Ensaio de Resistência à Compressão

O ensaio de resistência à compressão é realizado de acordo com a NBR 5738 (ABNT, 2003) e a NBR 5739 (ABNT, 2007), mediante moldagem de corpos de prova cilíndricos, em moldes 10x20cm metálicos, de acordo com a Figura 7. As amostras foram colhidas na boca do caminhão betoneira. Após moldagem dos corpos de prova, os mesmos foram desmoldados e identificados 24 horas após a moldagem e foram postos em cura submersa por um período máximo de 28 dias. Após o tempo os mesmos foram rompidos, sendo todos os corpos-de-prova analisados em triplicata.

Figura 7 – Moldagem de corpos de prova



Fonte – Próprio Autor, 2017

Antes de ensaiar os corpos de prova foi preciso preparar suas bases, para que se tornassem planas e perpendiculares à altura. O capeamento de até 3 mm pode ser feito com uma mistura quente de enxofre e areia muito fina, na proporção de 2:1, em massa.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 3 apresenta os resultados referentes aos ensaios de abatimento do tronco de cone e resistência à compressão.

Tabela 3 – Resultados Obtidos para os ensaios de abatimento do tronco de cone e resistência à compressão

Nº da amostra	Volume (m ³)	Nº da Nota Fiscal	Data da Moldagem	Local de Aplicação	Slump Real (cm)	Adição Água	Resistência à Compressão																			
							24horas		07 Dias		14 Dias		28 Dias													
							Média (MPa)	D.P.	Média (MPa)	D.P.	Média (MPa)	D.P.	Média (MPa)	D.P.												
C01	8,0	11950	19/09/2017	PISCINA	12	-	12,62	32,45	36,82	43,75	12,19	12,21	0,40	31,50	31,46	1,02	22,67	31,71	7,85	45,29	44,61	0,79				
C02	8,0	11949	19/09/2017	PISCINA	10	-	11,82	30,42	33,10	33,45	12,46	29,96	33,10	41,34	10,65	11,47	0,92	31,87	31,00	0,97	35,22	33,92	1,14	40,06	41,43	1,41
C03	6,5	11950	19/09/2017	PISCINA	12	-	9,63	28,94	32,87	31,27	8,90	9,34	0,39	30,27	29,93	0,87	32,41	32,32	0,60	42,42	38,16	6,02	9,50	30,57	31,68	40,79

Legenda: C.P. – Corpo de prova; D.P. – Desvio Padrão.

Fonte - Próprio Autor, 2017

A Figura 8 apresenta a concretagem da piscina, após o concreto ter passado pelos ensaios necessários para aceitação do mesmo.

Figura 8 – Concretagem da Piscina

Fonte – Próprio Autor, 2017

De acordo com os resultados obtidos e apresentados na Tabela 3, observou-se que o concreto usinado utilizado na concretagem da piscina do residencial apresentou uma resistência à compressão aos 28 dias de cura de $44,61 \pm 0,79\text{MPa}$ para o primeiro lote, $41,43 \pm 1,41\text{MPa}$ para o segundo lote e $38,16 \pm 6,02\text{MPa}$, para o terceiro lote, e 10 ± 2 de abatimento tronco cônico, valores esses de resistência a compressão superiores ao valor especificado em projeto, que foi de 35MPa .

A importância da resistência a compressão do concreto tem o objetivo de atender a requisitos de estado de limites últimos (ELU), estado de limites de serviço (ELS) e a necessidade do cobrimento da armadura, evitando os efeitos do ambiente sobre as mesmas, por se tratar de um ambiente agressivo beira mar, (Classe de agressividade CAA= 3). Buscando a durabilidade e o melhor desempenho da edificação, podemos observar que esses fatores básicos foram atendidos.

Com relação a outros fatores como o módulo de elasticidade, que tem ligação direta com as manifestações patológicas, não se pode afirmar se estão sendo atendidos. Esse ensaio não é realizado pela construtora por questões de custo e tempo para os resultados, podendo acarretar decisões equivocadas do engenheiro responsável pela execução da obra ou deformações excessivas das estruturas.

No caso em estudo também é realizado o mapa de concretagem que auxilia na localização de cada lote de concreto, caso o ensaio de resistência a compressão não atenda aos requisitos de projeto, pode-se identificar quais elementos foram executados com o mesmo. O preenchimento da planilha de controle tecnológico do concreto, caminhões que chegam e das características do concreto entregue, ambos foram feitos pelo estagiário de engenharia civil treinado.

6. CONCLUSÃO

Do caso em estudo, observou-se que o concreto usinado utilizado na concretagem da piscina do residencial In Mare Areia Dourada apresentou uma resistência média à compressão aos 28 dias de cura superior ao valor especificado em projeto que foi de 35MPa , e atendeu aos parâmetros de abatimento tronco cônico.

Após realização dos ensaios de aceitação do concreto usinado, observou-se que o mesmo foi aceito, em decorrência dos pré-requisitos estabelecidos pela NBR 12655 (ABNT, 2006). Vale ressaltar a importância no controle de recebimento do concreto, pois uma diferença entre a consistência necessária do concreto e a fornecida podem dificultar o procedimento de lançamento e tornar o adensamento ineficaz, gerando possíveis ninhos de concretagem, segregação e aprisionamento de ar no concreto o que torna essa região mais frágil.

CONTROL AND QUALITY IN THE RECEPTION OF THE MACHINED CONCRETE:
POOL CONSTRUCTION IN MARE AREIA DOURADA CASE STUDY, CABEDELO-PB

ABSTRACT

Concrete is the most widely used construction material in the world. It is the result of the homogeneous mixture of small mesh aggregate (sand), coarse aggregate (gravel), binder (cement) and water, and may also contain additives. The quality of the concrete in the production of structural elements is directly related to the control in the reception, execution, densification and cure of the same. The receiving step is of great importance and receives attention from technical norm NBR 12655/2006, which prescribes the characteristics of Portland cement concrete, for structural elements molded on site. The objective of this academic work was to present norms and other references regarding the reception, control and quality of the concrete machined at the construction site, as well as to verify if the material received was within the limits specified in the project. A case study was carried out during an implementation of a swimming pool at Residential In Mare Areia Dourada, located in the municipality of Cabedelo-PB. The steps of monitoring and receiving the concrete were carried out through analysis of conical trunk abatement analyzes according to NBR NM 67/1998 and molding of 10x20cm specimens, followed by the curing steps and analysis of the compressive strength according to NBR 5738/2003 and NBR 5739/2007. According to the results obtained, it was observed that the machined concrete used in the concreting of the residential pool had a compressive strength at 28 days of cure of $44.61 \pm 0.79\text{MPa}$ for the first batch, $41.43 \pm 1.41\text{MPa}$ for the second batch and $38.16 \pm 6.02\text{MPa}$ for the third batch, and 10 ± 2 of conical trunk abatement. In addition, according to the literature study, it was found that possible failures in the quality control of concrete can lead to pathological manifestations and losses in schedules.

Keywords: Compression resistance. Slump test. Concreting.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE SERVIÇOS DE CONCRETAGEM DO BRASIL (ABESC). **Manual do Concreto dosado em centra**. São Paulo, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 5738**: Concreto - Procedimento para moldagem e cura de corpos-de-prova. Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 5739**: Concreto - Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 6118**: Projeto de estruturas de concreto - Procedimentos. Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 7212**: Execução de concreto dosado em central - Procedimento. Rio de Janeiro, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 8953**: Concreto para Fins Estruturais – Classificação por Grupos de Resistência. Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 9925**: Agregados - Terminologia. Rio de Janeiro, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 12654**: Controle Tecnológico dos Materiais Componentes do Concreto. Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 12655**: Preparo, controle e recebimento de concreto. Rio de Janeiro, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15575**: Desempenho de edificações habitacionais. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR NM 67**: Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone. Rio de Janeiro, 1998.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **SINAPI – Relatório de Insumos e Composições**. Disponível em: <http://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-a-partir-jul-2009-pb/SINAPI_ref_Insumos_Composicoes_PB_102017_Desonerado.zip>. Acesso em: novembro 2017.

COELHO, Gastão de Aquino Filho. **Notas de Aula: Materiais de Construção II**. Instituto Federal de Ciência e Tecnologia da Paraíba – IFPB. Cajazeiras, 2010.

FILHO, H. J. **Cadeias de suprimentos da construção civil: uma proposta para avaliação e seleção de fornecedores de materiais e componentes**. Rio Grande do Sul, 2002. Dissertação (Mestrado) – UFSM.

FORTES, R. M.; MERIGHI, J. V. **Controle tecnológico e controle de qualidade – um alerta sobre sua importância**. Comissão Editorial – COBENGE 2004. São Paulo, 2004.

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

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. Concrete: microstructure, properties, and materials. McGraw Hill, New York, 2006.

PINI. **Logística concreta**. Revista técnica, n.114, setembro de 2006. Disponível em: <<http://technet17.pini.com.br/engenharia-civil/114/artigo286016-2.aspx>>. Acesso em: novembro de 2017.