Anais do Congresso Brasileiro de Patologia das Construções
CBPAT2016

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

APLICAÇÃO DO CONCRETO DE ALTA RESISTÊNCIA EM CUBA DE BANHEIRO

G. POZZATTI
Profissão: Arquiteta urbanista
Instituição UNISINOS
RS; Brasil
e-mail: gabrielapozzatti@gmail.com

F. TIECHER LONGHI
Profissão: Arquiteta e Urbanista
Instituição: UNISINOS
RS, Brasil
e-mail: fernandatlonghi@hotmail.com

N. BARROS
Profissão: Arquiteta e Urbanista
Instituição: UNISINOS
RS, Brasil
e-mail: nayabarros@hotmail.com

E. ENGLEITNER FILHO
Profissão: Arquiteto e Urbanista
Instituição: UNISINOS
RS, Brasil
e-mail: e.engleitner@hotmail.com

C. LEGONDE
Profissão: Arquiteta e Urbanista
Instituição: UNISINOS
RS, Brasil
e-mail: claudia@casaa.arq.br

B. TUTIKIAN
Profissão: Professor
Instituição: UNISINOS
RS, Brasil
e-mail: btutikian@terra.com.br

RESUMO

O concreto é muito utilizado na construção civil e a resistência mecânica é o parâmetro geralmente mais especificado, seguido pela trabalhabilidade, durabilidade, deformabilidade e sustentabilidade. Na arquitetura de interiores o concreto apresenta-se como uma nova opção. Com a necessidade de desenvolver concretos especiais, com alta resistência mecânica e durabilidade, surgiu o concreto pós reativo, também chamado de CPR. Neste trabalho foi desenvolvido o projeto de uma cuba para banheiro com a utilização do CPR, onde buscou-se avaliar o emprego deste concreto, analisando as premissas desejadas tais como, a impermeabilidade, cantos vivos, acabamento e a resistência. A partir do projeto da cuba, detalhamento e execução da forma em chapas de madeira, foram realizados os cálculos dos produtos para o traço, pesagem/dosagem dos materiais e a concretagem. Após dois dias para a cura, foi desenformado e então realizados os testes de impermeabilidade e considerações quanto ao acabamento. Foi constatado então, que as chapas de madeira de 12mm deveriam ter sido mais grossas, pois as utilizadas geraram desestabilidade, consequentemente, excessos de concreto nos cantos. Ainda foi necessário salpicar cimento ocasionando manchas de cores diferentes do concreto, o polimento foi realizado visando melhorar o acabamento. Ficou evidente que o concreto CPR atende a necessidade e pode ser utilizado para este fim, desde que as formas sejam resistentes e bem acabadas.

Palavras-chave: concreto de alta resistência, dosagem de concreto, cuba de concreto.

ABSTRACT

Concrete is widely used in construction and the mechanical strength is the parameter most often specified, followed by the workability, durability, stiffness and sustainability. In the interior of the concrete architecture presents as a new option. With the need to develop special concrete with high mechanical strength and durability, concrete emerged reactive powders, also called CPR. In this work the design of a tub to bath using the CPR, where we sought to evaluate the use of this concrete, analyzing the desired premises such as impermeability, sharp corners, finish and resistance. From the tub design, detailing and execution of the form of wooden plate were performed calculations of products for the dash, weighing / dosage of materials and concrete. After two days the curing was then performed uninformed the waterproofness tests and considerations on the finish. It was then found that the 12 mm wooden plate should have been thicker, because the generated destabilization used, therefore, excess concrete in the corners. It was necessary to sprinkle still cement causing different color stains from concrete, polishing was carried out to improve the finish. It was evident that the particular CPR meets the need and can be used for this purpose, provided that the shapes are resistant and well finished.
Keywords: high strength concrete, concrete strength, concrete trough.

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

1. INSTRUÇÕES GERAIS

O concreto é o resultado da combinação de materiais como cimento, água, pedra e areia, formando uma pasta resistente. É muito utilizado na construção civil, devido principalmente ao seu relativo baixo custo, disponibilidade de materiais necessários, facilidade de fabricação, adaptabilidade de formas e versatilidade.

Tutikian e Helene (2001) afirmam que o concreto precisa atender alguns requisitos básicos. A resistência mecânica é o parâmetro geralmente mais especificado, seguido pela trabalhabilidade, durabilidade, deformabilidade e sustentabilidade (construção com menos consumo de matéria prima).

Atualmente existem vários tipos de concreto no mercado, que se diferenciam basicamente pela sua dosagem de materiais. Podemos citar os concretos de alta resistência, concreto autoadensáveis, concretos aparentes, concretos coloridos, concretos com agregados reciclados, concretos duráveis, dentre outros.

Cremonini et al. (1998) define dosagem como sendo o proporcionalmente da mistura, cujo processo determina a combinação correta dos materiais componentes que irão produzir um concreto com as características desejadas. Para Tutikian e Helene (2001) esta proporção ideal pode ser expressa em massa ou volume, dando preferência para a proporção expressa em massa seca de materiais.

A dosagem é basicamente o cálculo de traços, que devem considerar três parâmetros: a relação água/cimento, o teor de água sobre o total de materiais secos e o teor de argamassa. Estes parâmetros definem as características do concreto, tal como resistência mecânica, densidade, índice de absorção de água, resistividade e permeabilidade, dentre outros (Recena 2011).

De acordo com a sua resistência à compressão, um concreto pode ser classificado como convencional ou de alta resistência, também chamado de concreto de alto desempenho. Para Recena (2011), esta classificação do concreto é feita a partir da resistência mecânica, mais especificamente a partir da resistência à compressão.

A utilização do concreto de alta resistência é economicamente vantajosa, apesar do custo por m³ ser maior que o concreto convencional, pois possibilita a redução das seções, diminuindo também o volume de concreto e a quantidade de armadura e formas.

Cremonini et al. (1998), observa algumas vantagens do concreto de alta resistência em relação ao concreto convencional: redução das dimensões das peças estruturais, maior velocidade de execução, ganhos de durabilidade (com redução da porosidade e permeabilidade no concreto), elevada resistência ao desgaste ou abrasão, diminuição das deformações, bem como benefícios ecológicos, energéticos e econômicos, por utilizar resíduos industriais como sílica ativa, por exemplo.

Com a necessidade de desenvolver concretos especiais, com alta resistência mecânica e durabilidade, surgiu o concreto pós reativo, também chamado de CPR. Trata-se de um concreto de alto desempenho, elevada resistência mecânica, muito dúctil e pouco poroso. De acordo com Christ (2014), este tipo de concreto possui propriedades mecânicas superiores aos demais concretos de alta resistência.

Na área da arquitetura de interiores, os materiais mais comumente utilizados para executar uma pia esculpida são: mármore, granito e silestone. Em busca de uma nova opção viável para a sua execução, foi encontrada a possibilidade de desenvolver uma cuba esculpida em concreto aparente para ser utilizada em banheiros ou lavabos. Tendo em vista que a execução não poderá ser inviabilizada por causa do seu peso, optou-se pela utilização do concreto de alta resistência CPR.

1.1 OBJETIVO

O objetivo geral do trabalho é executar uma cuba de lavatório em concreto aparente de alta resistência.

Dentre os objetivos específicos estão estudar a impermeabilidade da cuba bem como o acabamento final da mesma, para assim ver a possibilidade do uso da cuba de CPR em lavatórios.

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Conforme Neville, 1997; Mehta, 1994 apud Pinto, 2006, p. 3, o concreto é um material de larga aplicação na construção civil obtido pela composição de cimento Portland, agregados e água, podendo conter aditivo que influencia o seu desempenho. A proporção de seus componentes, conhecida como dosagem do concreto, deve atender às condições requeridas de resistência, trabalhabilidade, impermeabilidade e durabilidade, que são as propriedades mais importantes do concreto. A resistência fornece normalmente uma indicação geral de sua qualidade por estar diretamente relacionada com a estrutura da pasta de cimento endurecida.

Segundo Thomaz (1989, p. 19),

> As mudanças higroscópicas provocam variações dimensionais nos materiais porosos que integram os elementos e componentes da construção; o aumento do teor de umidade produz uma expansão do material enquanto que a diminuição desse teor provoca uma contração. No caso da existência de vínculos que impeçam ou restrinjam essas movimentações poderão ocorrer fissuras nos elementos e componentes do sistema construtivo.

Podemos afirmar que cada material possui uma quantidade de água a ser absorvida, definido pelos fenômenos de porosidade e capilaridade. Durante a secagem dos materiais porosos, ocorre o aparecimento de forças de sucção, capilaridade, que é responsável por conduzir até a superfície do componente, a água que irá evaporar.

Quando o teor de umidade estabilizar-se, chamada de umidade higroscópica de equilíbrio do material, através da exposição do material por determinado tempo a condições constantes de umidade e temperatura (fenômeno de difusão). Para chegar a essa umidade depende dos fatores de temperatura, umidade do meio ambiente, da natureza e da quantidade de capilares presentes no material (THOMAZ, 1989).

De acordo com Thomaz, (1989, p. 35) as movimentações higroscópicas dos produtos à base de cimento ocorrem basicamente em função da qualidade do cimento e dos agregados, da dosagem da mistura e das condições de cura do produto.

Segundo Pinto (2006), a questão da permeabilidade do concreto tem sido o foco de muitas pesquisas que objetivam a relação mútua deste parâmetro à deterioração do material, sendo que a permeabilidade pode representar uma alta ou baixa capacidade de defesa a agentes externos agressivos, o que influencia à vulnerabilidade do concreto.

A relação quantidade água/cimento está diretamente ligada a permeabilidade do concreto juntamente com a quantidade de cimento empregada e ao grau de adensamento. Utilizando a mesma relação água/cimento, a pasta produzida por um cimento mais grosso tende a ser mais porosa do que com um cimento mais fino. Ou seja, quanto maior a resistência da pasta, menor é a sua permeabilidade.

Em condições de exposição adversas devem ser tomadas medidas especiais de proteção e conservação, como aplicação de revestimento hidrofugantes e pinturas impermeabilizantes sobre a superfície do concreto (NB-1, 2003 apud PINTO 2006).

Segundo Apud Pinto (2006, p. 18),

> Estudos foram realizados, visando quantificar e determinar a permeabilidade como influência na durabilidade do concreto. Sebe (2002) utilizou métodos, no qual avaliou a penetração de água no concreto por absorção, através de imersão ou capilaridade, permeabilidade (pressão diferencial) e difusão (gradiente de concentração), fundamentados pelos princípios da Lei de Darcy para sólidos porosos para determinar o coeficiente de permeabilidade ou condutividade hidráulica do concreto.

Através do desenvolvimento de inúmeros tipos de proteção, aliados a novos métodos de aplicação, prorrogou-se a garantia da durabilidade do concreto, visando a redução da absorção de água, da penetração de gases agressivos e sais, desde que periodicamente inspecionados para renovação conservando sua funcionalidade.

De acordo com Pinto (2006, p. 29 apud ALMUSALLAM, 2003) classificou as proteções do concreto em cinco grupos, denominados como proteções acrílicas, emulsões de polímero, resinas epóxi, poliuretanos e borrachas cloradas. O

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

selador é um líquido incolor a base de silano-siloxano e tem como propriedade impedir a penetração de água, sem alteração no brilho e na aparência dos materiais, evitando eflorescências e manchas.

Visando obter maior durabilidade e resistência mecânica foi necessário o desenvolvimento de novos produtos à base de cimento, através da composição por minerais selecionados, melhoria na trabalhabilidade através dos aditivos químicos e maior ductilidade com a inserção de fibras.

O surgimento do concreto chamado de alto desempenho ocorreu por volta do ano de 1990, sendo o concreto desenvolvido por Mehta & Aïtcin. Este tipo de material apresenta, por definição, comportamento durante a sua fase de utilização em patamar superior ao concreto convencional, atendendo as exigências requeridas (CHRIST, 2014; TUTIKIAN; ISAIA; HELENE, 2011).

Além da elevada resistência mecânica, o concreto de alto desempenho possui boa trabalhabilidade, acabamento final nas peças, integridade e durabilidade aos agentes agressivos.

A evolução do concreto convencional (CC), que utilizando aditivos redutores de água e aumentado suas propriedades mecânicas, passa a ser denominado concreto de alta resistência (CAR); com o aprimoramento do CAR, obtém-se o concreto de alto desempenho (CAD). Os materiais utilizados na produção de CAD são praticamente os mesmos do CC, porém com algumas adições e procedimentos especiais de execução são necessários. Uma das evoluções do concreto de alto desempenho é o concreto de pós reativos (CPR) (UHPC) (CHRIST, 2014; TUTIKIAN; ISAIA; HELENE, 2011).

O CPR foi inicialmente desenvolvido na França por Pierre Richards por volta do ano de 1990. Esta mistura foi desenvolvida como alternativa ao concreto de alto desempenho. Com a continuação das pesquisas em conjunto com empresas como Lafarge e Rhodia foram iniciados os estudos do CPR com fibras e aditivos especiais, o que tornou a mistura conhecida como concreto com fibras de ultra-alto desempenho (CHRIST, 2014; TUTIKIAN; ISAIA; HELENE, 2011).

Através da análise de dados referentes ao concreto, optou-se por desenvolver o teste com o CPR com fibras e aditivos especiais. Pelo fato de alcançar a pouca espessura que o projeto necessitava, juntamente com a leveza e impermeabilidade. Segundo Christ (2014), para a dosagem do CPR a seleção dos materiais constituintes tem uma grande importância no desempenho final do material. A produção do CPR deve ser feita preferencialmente com materiais convencionais utilizados na construção civil.

2.1. MATERIAIS CONSTITUINTES DO CPR

2.1.1. Cimento

A escolha do cimento não pode ser dissociada da escolha do aditivo superplastificante. Do ponto de vista da sua atuação, o superplastificante adsorve na superfície dos grãos de cimentos produzindo uma repulsão entre os grãos adjacentes em hidratação, e a potencialidade deste efeito está ligada diretamente à composição química do cimento. (HARTMANN et al., 2011 apud CHRIST, 2014)

3.2.3. Sílica ativa

A introdução da silica ativa no comporto tem por finalidade preencher os vazios entre as partículas, contribuir com a melhora das propriedades reológicas e reagir com o hidróxido de cálcio formado na hidratação do cimento para a formação de C-S-H secundário pela reação pozolânica (RICHARD;CHEYREZY, 1995 apud. CHRIST, 2014).

Concretos que contenham percentuais de sílica ativa em sua composição ajudam significativamente na durabilidade do concreto, atuando tanto na inibição da penetração de íons cloreto, quanto na permeabilidade e no aumento da resistência mecânica (MEDEIROS et al., 2013 apud CHRIST, 2014).
3.2.4. Pó de Quartzo

Este constituinte ingressa como uma adição que preenche melhor os vazios da mistura, e tem uma grande importância durante o tratamento térmico. O pó de quartzo com tamanho de grãos entre 5µm e 25µ apresenta máxima reatividade quando submetido a elevadas temperaturas de cura, potencializando o desempenho mecânico do comporto (RICHARD;CHEYREZY, 1995 apud CHRIST, 2014).

3.2.5. Areia

Os principais parâmetros que norteiam a escolha da areia para a produção do CPR são a composição mineral, forma do grão e distribuição granulométrica (RICHARD;CHEYREZY, 1995 apud CHRIST, 2014).

Alguns cuidados devem ser tomados quanto à seleção da areia. A composição granulométrica deve preferencialmente estar na faixa inferior de 600 µm e não conter material orgânico aderido aos grãos (RICHARD;CHEYREZY, 1995 apud CHRIST, 2014).

3.2.6. Aditivos superplastificantes

Aditivos superplastificantes são compostos que permitem a redução de água da mistura, são feitos de policarboxilatos poliéteres, e são utilizados em concretos de alto desempenho (HARTMANN et al., 2011 apud CHRIST, 2014).

Devido à baixa relação água/aglomerantes, é fundamental a utilização deste material na produção do CPR, para garantir a plasticidade da mistura.

A função dos aditivo superplastificante é dispersar as partículas de cimento que estão em hidratação, liberando a água presa entre os grãos, diminuindo assim a força de atração de *van der Waals* entre as partículas e aumentando a fluidez da mistura (HARTMANN et al., 2011 apud CHRIST, 2014).

3.2.7. Fibras

Sem a utilização de fibras o CPR se torna um material frágil. A introdução de fibras na mistura proporciona ao CPR elevada ductilidade.

A escolha da fibra é uma função da característica do material. Como o comportamento da matriz do CPR é mais linear e elástico, fibras de aço devem ser empregadas para aumentar a ductilidade da mistura (RICHARD; CHEYREZY, 1995 apud CHRIST, 2014).

Com a incorporação das fibras, pode-se perder parte da trabalhabilidade, possivelmente comprometendo a moldagem do composto e prejudicando a resistência à compressão. O formato, concentração, características dimensionais e a distribuição destas são as principais causas destes fenômenos. A otimização das propriedade mecânicas e da permeabilidade podem ser potencializadas coma combinação de diferentes tipos e tamanhos de fibras (DAWOOD; RAMLI, 2010 apud CHRIST, 2014).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Tendo em vista os objetivos propostos para este trabalho, foi elaborado e desenvolvido o projeto de uma cuba para banheiro com a utilização do CPR, onde se buscou avaliar o emprego deste concreto, analisando as premissas desejadas tais como, a impermeabilidade, cantos vivos, acabamento e a resistência.

Neste capitulo, inicialmente será apresentado o planejamento dos ensaios, a caracterização dos materiais utilizados seguido do projeto feito e a descrição dos métodos utilizados para a execução e avaliação do projeto.

3.1. PLANEJAMENTO DOS ENSAIOS

O planejamento do estudo para uma bancada de concreto CPR foi dividido em quatro etapas, cada uma com suas atividades a serem desenvolvidas de maneira subsequente a fim de que o resultado final fosse encontrado com o maior sucesso possível. Na figura 01, a seguir, estão listadas as etapas a serem desenvolvidas.

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

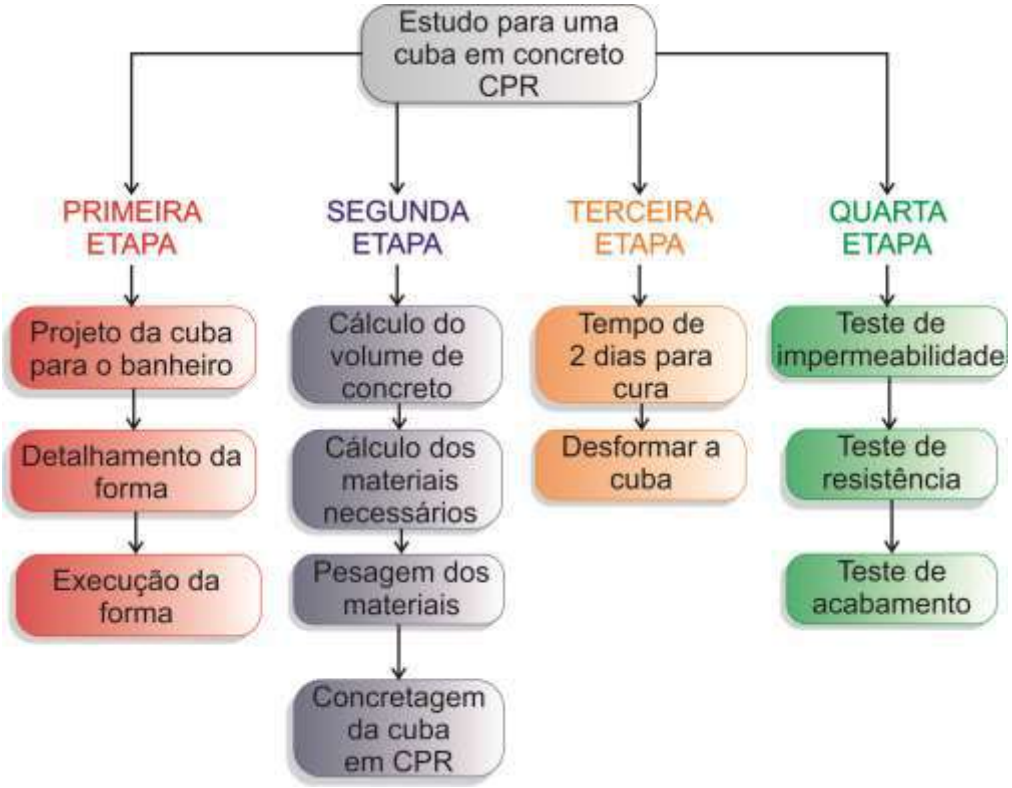

Figura 1: Planejamento das etapas a serem cumpridas.

3.2. MATERIAIS

Os materiais utilizados nesta pesquisa são na sua maioria encontrados no Brasil, exceto as microfibras metálicas, que ainda não são produzidas no país. Neste item são apresentados os materiais utilizados para a produção do CPR.

3.2.1. Cimento

O cimento utilizado foi o cimento Portland de alta resistência inicial, CP-V-ARI.

3.2.2. Cinza volante

A cinza volante utilizada tem origem na unidade geradora de vapor de uma empresa fabricante de papel. Este material se caracteriza por uma pozolana utilizada como adição ao cimento no qual melhora suas propriedades frente ao ataque de agentes agressivos.

3.2.3. Sílica ativa

A sílica ativa utilizada neste trabalho é proveniente da produção de silício metálico, do tipo não densificada.

3.2.4. Pó de Quartzo

O pó de quartzo utilizado para este estudo é comercializado como pó de quartzo malha #200, composto basicamente por dióxido de silício (SiO_2).

3.2.5. Areia

Foram utilizados dois tipos de areia uma fina, normalmente utilizada no mercado para acabamento final em rebocos; e outra utilizada para fundição de peças metálicas.

3.2.6. Aditivos superplastificantes

Para este trabalho foi utilizado o superplastificante TecFlow 8000.

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

3.2.7. Fibras

Sem a utilização de fibras o CPR se torna um material frágil. A introdução de fibras na mistura proporciona elevada ductilidade.

As fibras de aço são importadas e fabricadas na China. As fibras são comercialmente denominadas como dramix® OL 13/.20, possuem 13mm de comprimento, 0,21mm de diâmetro com formato reto e uma resistência á tração de 2750 N/mm², de acordo com o fabricante.

As fibras de polipropileno utilizadas são filamentos de polipropileno extremamente finos obtidos através da extrusão, após receberem tratamento superficial que facilita a dispersão no concreto. As fibras apresentam comprimento de 6mm e diâmetro de 12µm, apresentam uma freqüência de 1,62 milhões de fibras por quilograma e uma área superficial especifica de 366 m²/kg.

3.3. TRAÇO BASE UTILIZADO

Para a realização do trabalho, foi tomado como referência o traço proposto por Christ (2014) na sua Dissertação de Mestrado. Para obter a proporção adequada dos componentes, Chris (2014) utilizou o método teórico de empacotamento de Andreassen modificado. A partir disso, o traço foi determinado com o auxílio de um programa computacional EMMa Miz Analyzer.

Tabela 1: Traço proposto por Roberto Christ. Fonte: Christ (2014).

Materiais	Teores em massa	Kg/m³
Cimento	1	696,4
Areia fina	1.38	959.9
Areia de fundição	1.62	112.3
Pó de quartzo	0.81	564.6
Sílica ativa	0.59	414.4
Água/aglomerante	0.20	222.1
Aditivo superplastificante*	0.03	33.3
Aditivo modificador de viscosidade *	0.01	11.1

*Teor em relação à massa de aglomerante

Christ (2014) afirma que a substituição de 30% de cimento por cinza volante em concretos de pós reativos melhorou o desempenho mecânico e a sustentabilidade do material.

A cinza volante se caracteriza por uma pozolana utilizada como adição ao cimento no qual melhora suas propriedades frente ao ataque de agentes agressivos.

Segundo Mehta e Monteiro (2008), a distribuição granulométrica das partículas, morfologia e características de superfície da cinza volante, empregada como adição mineral, exercem influência considerável no consumo de água, na trabalhabilidade do concreto fresco e na velocidade de desenvolvimento da resistência do concreto endurecido.

3.4. MÉTODO

3.4.1. ETAPA 01

PROJETO DA CUBA

Foi projetada uma bancada com medida total de 50cm x 60cm, com uma espessura de 3cm, conforme projeto descrito nas figuras 02 e 03.

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

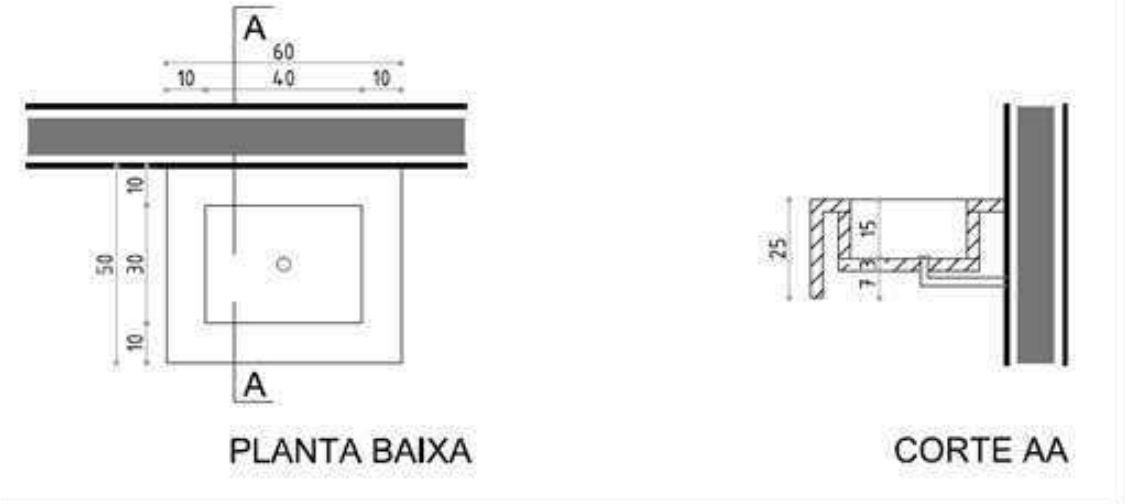

Figura 2: Projeto da cuba.



Figura 3: Perspectiva da pia.

A proposta busca verificar se a utilização do concreto CPR atinge todas as premissas iniciais, onde se busca uma impermeabilidade devido ao uso proposto, busca-se também um bom acabamento, onde não possa haver porosidade e imperfeições nos cantos. Outro ponto, não menos importante, é a resistência deste material, para que não haja rachaduras ou quebras do concreto durante sua vida util.

FORMAS

Para evitar emendas, normalmente utilizadas quando a cuba é feita em mármore, por exemplo, a proposta para a este projeto, tem como premissa uma única concretagem, assim, foi necessário criar uma forma que possibilitasse essa proposta.

Deste modo, projetou-se a forma em duas partes, uma para servir de fundo para a cuba e a bancada e outra parte menor, do tamanho da cuba proposta, para encaixar nesta primeira e dar formato a cuba, conforme figura 04.

Abril de 2016
ISSN 2448-1459



Figura 4: Forma dentro da forma para segunda parte da concretagem.

Optou-se por fazer a forma em chapa de madeira de 12mm, na maior parte da forma, com exceção da base da cuba, onde foi necessário utilizar o chapa de madeira de 3mm, por ser mais flexível, para assim, conseguir dar o caimento para o ralo.

Foi criado um cilindro com altura de 2cm e colocado no centro da base da forma maior, assim possibilitando com que a forma menor, ao ser encaixada, não encoste sua base na outra, dando espaço para o concreto preencher o fundo da cuba. Com este cilindro no centro, foi possível ser criado o espaço para encaixar o ralo.

Por ter sido optado por forma em chapa de madeira, fez-se necessário a utilização de óleo vegetal em toda a forma para que o concreto não aderisse em suas paredes torna-se mais fácil para desformar. Outra escolha feita para facilitar a desforma, foi a utilização de pregos ao invés de cola.

3.4.2. ETAPA 02

CÁLCULO DO VOLUME DE CONCRETO

Para conseguir realizar a pesagem dos materiais, utilizando o traço unitário proposto, foi necessário saber o volume de concreto que será utilizado para a cuba. Para tanto, utilizando as medidas do projeto proposto, chegou-se a um volume de aproximadamente 55,0kg de concreto.

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

Com esse volume, foi proposto o traço utilizado neste trabalho.

Traço em Kg/m³									
Cimento	Cinza Volante	Sílica ativa	Areia fina	Areia de fundição	Pó de quartzo	Água	Aditivo superpl.	Fibra de aço	Fibra de P.p.
5,97	2,56	5,07	11,76	13,86	6,92	2,99	0,41	4,47	0,12

CONCRETAGEM DA CUBA

A mistura dos constituintes foi realizada utilizando uma argamassadeira de eixo vertical com a seguinte seqüência:

- A mescla inicia com todo pó de quartzo, sílica ativa, cinza volante, água e o aditivo;
- Após verificar que a mistura estava ficando muito seca, adicionou uma parte do cimento para que ele pudesse reagir com o material já misturado;
- Em seguida se incorpora a areia GRC e a areia fina;
- Com este procedimento a mistura já apresenta uma boa consistência quando é possível inserir as fibras, iniciando com a fibra de aço e após a de polipropileno, sempre em poucas proporções para não formação de grumos. O período desta etapa não deve ultrapassar 2 minutos;
- Após isso mistura-se por mais 3 minutos na velocidade rápida.

Com a mistura do concreto CPR feita, inicia-se a concretagem na forma, na seguinte seqüência:

- Iniciou-se a colocando do concreto no fundo da cuba, não ultrapassando a altura da peça cilíndrica existente no centro, também se colocou o concreto na saia;
- A forma foi levada à plataforma vibratória para que fazer com que o concreto assentasse e fosse possível retirar as bolhas de ar presentes;
- Na seqüência foi encaixada a forma menor, a forma que serve para dar formato a cuba, e fez-se necessário a utilização de dois listões de madeira pregados no topo da forma menor alinhando com a forma maior, para que com a continuidade da concretagem, a forma menor fosse impedida de ser empurrada para cima;
- Após isso, foi colocado o concreto em todo o restante da forma, preenchendo até o topo da mesma;
- Com a forma totalmente preenchida, levou-se novamente à plataforma vibratória, fazendo com que o concreto assentasse em toda a extensão da forma;
- Para um melhor acabamento, foi salpicado cimento em cima do concreto e alisado com uma espátula;
- Em seguida, visto a força do concreto, foi reforçada a forma com arames em sua volta, para que a mesma não deformasse.

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

3.4.3. ETAPA 03:

CURA E DESFORMAGEM

Após o final da concretagem a forma foi colocada na sala de cura a fim de evitar que esse processo se dê de maneira inadequada acarretando na redução da resistência e da durabilidade do concreto ou provocando fissura e deixando a camada superficial fraca, porosa e permeável. Em torno de 60 horas após o processo de concretagem, foi feita a desforma da cuba.



Figura 5: Processo de desformagem da cuba.

Com auxílio de instrumentos a cuba foi desformada e assim finalizada (figura 6). Percebeu-se que onde eram as quinas da forma, na cuba as fibras ficaram expostas deixando o acabamento grosseiro.



Figure 6: Cuba finalizada

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com a cuba já finalizada, foi feito o teste de impermeabilização. Foi vedado o espaço que foi deixado para espera do ralo com uma circunferência metálica e acabamento em silicone (figura 7).

Abril de 2016
ISSN 2448-1459



Figura 7: Vedação com silicone.

Com o silicone seco, em torno de 4 horas após a aplicação, foi colocada água dentro da cuba. Após 24 horas da cuba cheia de água, não foi possível visualizar nenhum tipo de mancha ocasionado pela penetração da água no concreto e nenhum tipo de vazamento (figura 8).



Figura 8: Cuba cheia de água durante o teste de impermeabilidade.

Após a finalização das etapas propostas para este trabalho, foi possível verificar alguns itens no processo nos quais poderiam ser modificados para melhor atingir os objetivos propostos, tais como:

- As chapas de madeira utilizadas na confecção da forma deveriam ter sido mais espessas, possibilitando assim, uma melhor firmeza e sustentação a forma. A chapa de 12 mm acarretou em uma desestabilidade originando excessos de concreto nos cantos;
- Para a montagem da forma foi proposto a utilização de chapa de madeira pregada, porém esta escolha acarretou em cantos imperfeitos, assim sugere-se a utilização de chapa de madeira colada;
- Foi verificada uma imperfeição na face superior da cuba, onde surgiram manchas de cores diferentes do concreto, isso foi ocasionado pela proposta de forma, para melhorar este aspecto a forma deveria ter sido confeccionada invertida;
- As fibras de aço ficaram salientes em todas as faces da cuba, surgindo assim, a necessidade de um polimento para obter um melhor acabamento;
- Para obter uma redução no peso final da cuba de concreto, sugere-se que seja diminuída a espessura do concreto.

5. CONCLUSÃO

Com a finalização da cuba e o ensaio de impermeabilização realizado, pode-se afirma que o CPR podes ser utilizado na confecção da cuba esculpida. Entretanto, a forma de madeira deve ser melhor confeccionada, com chapas mais espessa ou com madeira naval. Além disso, a forma de encaixe das chapas deve ser parafusada e colada, não apenas pregada como foi realizada no teste.

Quanto ao acabamento, sugerimos que seja feito um polimento em toda ela para evitar saliências das fibras evitando que a cuba tenha uma textura indesejada, atrapalhando o uso da cuba. Com os acertos quanto aos acabamentos, a cuba de CPR pode ser utilizada como elemento na arquitetura de interiores.

6. REFERÊNCIAS

[1] ALMUSALLAM, A.A.; KHAN, F.M.; DULAIJAN, S.U.; B.AL-AMOUDI, O.S. Effectiveness of surface coatings in improving concrete durability. Cement & Concrete Composites, n. 25, p.473-481, 2003.
[2] CHRIST, Roberto. Desenvolvimento de compósitos cimentícios avançados à base de pós-reativos com misturas híbridas de fibras e reduzido impacto ambiental. Dissertação (mestrado) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, São Leopoldo, RS, 2014.
[3] CREMONINI et al. Desenvolvimento de um Método de Dosagem de Concretos de Alta Resistência com Baixo Consumo de Cimento. UFRGS / PPGEC – NORIE. 1998.
[4] FIGUEIREDO, A. D. de. Concreto com Fibras de Aço. São Paulo. 2000.
[5] MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. Concreto: Estrutura, propriedades e materiais. São Paulo: Pini, 2008. - citado no trabalho de mestrado em eng civil da daiana de souza cezar - santa maria - rs - brasil 2011 - univesidade federal de santa maria
[6] HARTMANN, C. et al. Aditivos Químicos para concretos e cimentos. Concreto: Ciência e Tecnologia. G.C. Isaia. 1. ed. São Paulo, IBRACON, 2011, 1v.
[7] NEVILLE, A. Propriedades do Concreto, 2ª Ed. São Paulo: Editora Pini, 828p., 1997.
[8] PINTO, Joana D. da S., Análise da influência de superfícies protetoras na durabilidade do concreto para uso em meio agressivo: uma abordagem topográfica e da estrutura do material. Tese de doutorado apresentada ao Curso de Pós-graduação em Engenharia Metalúrgica e de Minas da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.
[9] RECENA, F. A. P. Dosagem e Controle da Qualidade de Concretos Convencionais de Cimento Portland. 3ª Edição, EdiPUCRS, Porto Alegre, 2011.
[10] TUTIKIAN, B. F. e HELENE, P. Dosagem dos Concretos de Cimento Portland. G.C. Isaia. IBRACON, 2011.
[11] RICHARD, P.; CHEYREZY, M. Composition of reactive power concretes. Cement of Concreto Researsh, out. 1995. v. 25, n. 7, p. 1501-1511. . Acesso em: 3 ago. 2013.
[12] SEBE, J. Estudo da permeabilidade a água do concreto de alto desempenho, Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 124p., 2002. (Dissertação, Mestrado em Engenharia de Estruturas).
[13] THOMAZ, Ercio. Trincas em edifícios: causas, prevenção e recuperação. São Paulo. Pini: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1989.