

Manifestações patológicas na construção

Influências climáticas na cura do concreto

Climatic influences in the curing of concrete

Ariosvaldo da Silva Figueira Júnior (1); Marcos de Oliveira Valin Jr (2)

- (1) *Graduando no Curso Superior de Tecnologia em Construção de Edifícios, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso – Campus Cuiabá*
(2) *Professor do Departamento da Área de Construção Civil do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Mato Grosso (IFMT) – Campus Cuiabá*

arifigueirajunior@hotmail.com e marcos.junior@cba.ifmt.edu.br

Resumo

A cura é um processo vital na concretagem de qualquer elemento estrutural, pois auxilia na hidratação do cimento, impedindo a evaporação da água utilizada no seu amassamento, garantindo a resistência e durabilidade do concreto. Além de garantir a reação da água com o cimento, a cura adequada influencia na formação da microestrutura e no desenvolvimento das propriedades físicas e mecânicas, garantindo a resistência e a durabilidade do concreto. Para que a estrutura atenda as especificações do projeto, é necessário considerar uma série de fatores na execução da concretagem, como a realização da cura, o espaçamento da armadura, a estanqueidade das fôrmas, entre outros, que são fundamentais para a garantia das características de resistência e durabilidade. As altas temperaturas e a baixa umidade do ar são os principais fatores climáticos que influenciam diretamente na obtenção de uma cura eficiente. Neste trabalho buscou-se relacionar o comportamento do concreto armado com as interferências climáticas em Cuiabá/MT, sendo as suas variáveis: temperatura, umidade relativa do ar e índice pluviométrico nas quais o concreto aplicado foi exposto, com o auxílio das coletas de dados climáticos e dos relatórios de concretagem e resistência à compressão. Os resultados permitiram evidenciar que as peças concretadas sofreram fissuras, portanto conclui-se que houve perda de resistência e durabilidade.

Palavra-Chave: Concreto; Cura; Resistência; Hidratação; Interferências climáticas.

Abstract

Healing is a vital process in concreting of any structural element because it assists in hydration of the cement, preventing evaporation of water used in its kneading, ensuring the strength and durability of the concrete. Besides ensuring the reaction of the water with the cement, the proper cure influences the formation of the microstructure and the development of physical and mechanical properties, ensuring the strength and durability of the concrete. For the structure meets design specifications ace, one must consider a number of factors within this process step execution of the concrete, the concrete realization of healing is critical to ensuring the strength characteristics and durability of it. High temperatures and low humidity are the main climatic factors that influence directly in obtaining a cure efficiently. Seeking to relate the behavior of reinforced concrete with interference climate in Cuiabá / MT, with its variables: temperature, relative humidity and rainfall in which the applied concrete was exposed, with the aid of data collection and weather reports and concrete compressive strength. The results have highlighted the parts concreted suffered cracks, therefore it is concluded that there has been loss of strength and durability.

Keywords: Concrete; Curing; Resistance; Hidratation; Interference climate.

1. Introdução

A cura é um processo de inquestionável importância na concretagem de qualquer elemento estrutural, pois auxilia na hidratação do cimento impedindo a evaporação da água utilizada no amassamento do concreto. Além de garantir a reação da água com o cimento, a cura adequada influencia diretamente na formação da micro estrutura e no processo das propriedades físicas e mecânicas, garantindo com isso a durabilidade e resistência do concreto.

Quanto maiores os cuidados com a cura do concreto, melhor é o seu desempenho mecânico e a sua resistência, sendo de relevada importância em climas tropicais, tais como o encontrado em Cuiabá (latitude de 15°10'S e longitude de 50°50'W), capital do estado de Mato Grosso e que possui uma população estimada em 551.098 hab, segundo IBGE (2010).

O Município de Cuiabá está situado na unidade geomorfológica classificada como Depressão Cuiabana, com clima predominante tropical, alternadamente seco (outono/inverno) e úmido (primavera/verão). No geral, este clima é caracterizado por apresentar inverno seco (quando a massa de ar tropical continental fica estacionada na região) e verão chuvoso (quando a massa de ar equatorial continental predomina em todo o Estado), com médias anuais em torno de 28°C (Maitelli, 1994).

Dentro do processo de execução da concretagem, a realização da cura do concreto é fundamental para a garantia das características de resistência e durabilidade do mesmo.

O objetivo deste artigo é avaliar as prováveis interferências climáticas consequentes da alta temperatura, baixa umidade relativa do ar e índices pluviométricos durante o lançamento e cura do concreto do local da obra pesquisada.

2. Influências Climáticas na Cura do Concreto

Existem três condições climáticas fundamentais que podem criar problemas no concreto durante o período de cura: o frio, o calor e a baixa umidade; todas intensificadas pela ação do vento. Dentro de certos limites e tomadas às devidas precauções, a ação do calor sobre um concreto em processo de pega pode ser vantajosa, pois ajuda a sua cura, contanto que essa temperatura seja limitada e o ambiente possua uma grande umidade relativa. O controle da cura no concreto é essencial, pois é principalmente a partir dela que irão surgir os efeitos patológicos consequentes do calor, umidade, índice pluviométrico, etc., caso não tenham sido tomadas as devidas precauções para isolar o concreto desses efeitos.

Canovas (1998) define a cura do concreto como sendo um conjunto de medidas que têm por objetivo evitar a evaporação da água utilizada na mistura do concreto e que deverá reagir com o cimento, hidratando-o.

Segundo Leonhardt (1977), o concreto deve ser curado mantendo a umidade e também garantindo meios de proteção contra temperaturas elevadas, vento, frio intenso e chuva forte. Ele afirma também que a cura atua favoravelmente na resistência à compressão e à tração, impermeabilidade e valor da retração.

Da mesma forma, para Metha (1994), a velocidade de perda de água do concreto, logo após o seu lançamento, não depende unicamente do fator superfície/volume do elemento concreto, mas também da temperatura, umidade relativa e velocidade do ar circundante. A cura do concreto é um procedimento que deve ser realizado imediatamente após a colocação do

concreto nas formas, destinado a promover a hidratação do cimento, consistindo no controle do tempo, temperatura e condições de umidade do concreto durante um período suficiente, para que este alcance um nível de resistência desejado.

A cura do concreto tem por finalidade evitar a evaporação prematura da água necessária para a hidratação do cimento, que é responsável pela pega e endurecimento do concreto. Tendo como objetivo manter o concreto saturado, até que os espaços inicialmente ocupados pela água sejam ocupados pelos produtos da hidratação do aglomerante.

Terzian (2007) relata a importância de se conhecer as condições climáticas para estabelecer os procedimentos adequados de cura do concreto. As condições climáticas têm influência no grau de evaporação da água existente no interior do concreto, o que está relacionado à ocorrência de fissuras por retração plástica.

A cura em água reduz a retração da peça na fase em que o concreto tem pouca resistência, fato esse de fundamental importância, por evitar a formação de fissuras de retração, que podem comprometer a impermeabilidade de todo o conjunto que necessita de um período mínimo de cura. Segundo BAUER (2011), o período mínimo de cura deve ser, em média, de 7 a 10 dias.

Em Cuiabá o clima é tropical e semi-úmido. As chuvas se concentram de novembro a abril, enquanto que no resto do ano (maio a outubro) as massas de ar seco sobre o centro do Brasil inibem as formações chuvosas. As frentes frias quando se dissipam, o calor, associado à fumaça produzida pelas constantes queimadas nessa época, faz a umidade relativa do ar cair a níveis muito baixos, às vezes abaixo dos 15%. A precipitação média anual é de 1.469,4 mm, com intensidade máxima em janeiro, fevereiro e março. A temperatura máxima média chega aos 41°C nos meses mais quentes, mas as máximas absolutas podem chegar aos 46°C, portanto as altas temperaturas associada à baixa umidade relativa do ar tem influência direta na cura do concreto.

3. Metodologia

Para atender aos objetivos deste trabalho foi realizada uma pesquisa de campo e documental com o auxílio das coletas de dados obtidas no Inmet (Instituto Nacional de Meteorologia) levantando a temperatura, umidade relativa do ar e índices pluviométricos dos dias que foram realizadas as concretagens bem como os resultados dos relatórios de concretagem e resistência a compressão de laboratório realizada no período entre: Agosto de 2011 a Agosto de 2012 em uma obra comercial com 10 pavimentos em estrutura metálica, com utilização de Steel deck (laje composta por uma telha de aço galvanizado), localizada no Centro Comercial de Cuiabá/MT.

4. Concretagens realizadas

Como se pode observar pelas figuras 1, 2 e 3 os procedimentos de recebimento de concreto usinado é praticamente o mesmo em todas as obras. O técnico responsável pelo controle tecnológico retira uma quantidade de concreto do caminhão betoneira, verifica o Slump e molda os corpos de prova.



Figura 01-Coleta de Material



(a)



(b)



(c)

Figura 02-Verificação do Slump: a) enchimento do molde tronco-cônico; b) retirada do molde; c) medida do abatimento do concreto



Figura 03 – Moldagem dos corpos-de-prova

Os corpos-de-prova são posteriormente desmoldados, identificados e encaminhados para o laboratório.

As formas de Steel deck são limpas com utilização de uma lavadora de pressão para o recebimento do concreto (figuras 04 e 05), objetivando a retirada de detritos e umidificar as formas.

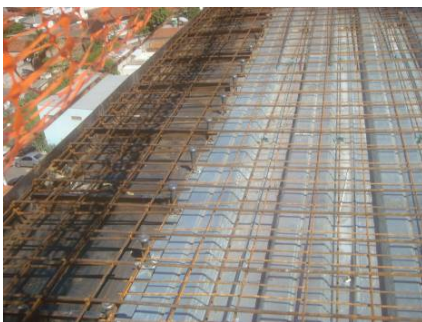


Figura 04- Disposição das formas Steel deck com as armaduras



Figura 05-Limpeza do Steel deck com jato de água de alta pressão.

Após a limpeza total da peça inicia-se a concretagem (figura 06), espalha-se o concreto sobre a estrutura (figura 07), sendo o mesmo vibrado e nivelado (figura 08) após sarrafeado e por último é vassourado (figura 09).



Figura 06-Início da Concretagem



Figura 07-Espalhando o concreto



Figura 08-Nivelamento



Figura 09-Sarrafeamento e Vassourado

Logo terminada a concretagem da peça, inicia-se o processo de cura úmida adotado pelo responsável técnico (figuras 10 e 11) onde a peça concretada é umedecida pelo método de irrigação por 03 dias consecutivos.



Figura 10- Processo de irrigação

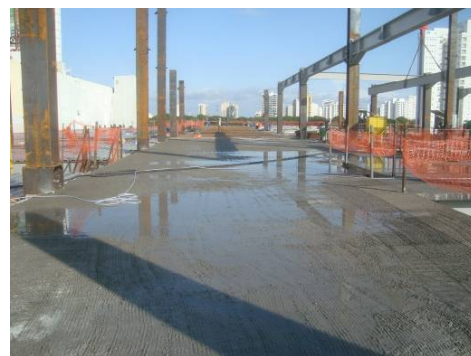


Figura 11-Peça sendo curada

5. Patologias apresentadas e a relação com as condições climáticas

Mesmo após adotar processos de cura úmida, em todas as concretagens ocorreram manifestações patológicas indesejáveis na superfície do concreto, a retração.

Além do desconforto estético, a fissuração ocasionada pela retração é um ponto crítico no desenvolvimento da corrosão das armaduras das lajes e na penetração de agentes agressivos, degradando o concreto.

A figura 12 apresenta um exemplo da fissura que surgiu em toda a extensão da laje.



Figura 12 - Exemplo de fissura que surgiu em toda a extensão a laje

Nesse caso, o tratamento das fissuras foi realizado com aplicação de micro-concreto, o graute. O procedimento de recuperação é apresentado através das figuras 13 a 16.



Figura 13 - Abertura da fissura para aplicação do graute.



Figura 14 - Aplicação do graute para tratamento da fissura.



Figura 15 - Realização de acabamento após secagem



Figura 16 - Fissura preenchida com graute.

Canovas (1988) adverte que os métodos de cura por meio de molhagem, frequentes no verão, são insuficientes em lugares ensolarados, recomendado que se cubram os elementos estruturais com sacos que fiquem constantemente úmidos.

Ainda, segundo Canovas (1988), o vento seco e o aumento de temperatura ocasionam o rápido ressecamento da pasta de concreto, criando uma série de efeitos patológicos. Sendo a evaporação da água mais rápida que o aumento da resistência inicial, a retração ocasionará fissuração no concreto. Se o ressecamento for grande, é possível que não exista água suficiente para a hidratação do cimento, ocorrendo desagregação mais ou menos superficial, por não estar hidratada e o concreto ficará carente de resistência.

A tabela 1 indica o período mínimo da cura do concreto em função da influência da temperatura e umidade relativa do ar, para garantir a hidratação do cimento. O aparecimento de fissuras superficiais se inicia numa velocidade de evaporação de 1 litro por metro quadrado/hora, devendo ser realizada uma cura adequada do concreto, que impeça esse processo de fissuração.

Tabela 1: Duração Mínima em dias do tratamento de cura segundo a temperatura e umidade relativa do ar.
Fonte: Adaptado de Canovas(1988).

Temperatura
°C

40	6	5	4	
35	7	6	5	4
30	6	5	4	3
25	5	4	3	
20	4	3		
15	3			
10	3			
5	3	3		
	0	25	50	75

Umidade relativa do Ar(%)

A cura com água deve ser contínua e durar pelo menos sete dias, embora seja preferível chegar aos vinte e oito dias. Na obra em questão ocorreu por 03 dias consecutivos após a concretagem.

A temperatura média registrada nos dias de concretagem em 2011 foi de 38.2°C e a umidade relativa do ar teve como média: 59.86% e índice pluviométrico 0 (zero), dados obtidos na tabela 2.

A temperatura média registrada nos dias de concretagem em 2012 foi de 35.7°C e a umidade relativa do ar teve como média: 78.25% e índice pluviométrico 0 (zero), dados obtidos na tabela 3.

As figuras 10 e 11 foram da concretagem realizada no dia 23/09/2011 onde a temperatura máxima foi de 40.3°C, a umidade do ar se encontrava em 51% e não ocorreu precipitação. Foi a mais alta temperatura registrada, como também a mais baixa umidade relativa do ar apresentada dentro das concretagens realizadas no período desta pesquisa.

Como se pode observar pelos dados da Tabela 2 e 3, a temperatura mais baixa em dia de concretagem foi de 34°C no dia 18/06/2012 e apresentando 90% de umidade relativa do ar, mas mesmo assim registrando 0 (zero) de índice pluviométrico.

Tabela 2: Concretagens e Condições Climáticas no ano de 2011. (slump solicitado = 10±3)

DATA	Volume (m³)	FCK (MPa)	Slump Obtido (cm)	Saída Usina	Chegada na Obra	Horário Moldagem	Fim Descarga	Ruptura (dias)	Resist. (MPa)	Elemento Estrutural	Temperatura Máxima (°C)	Temperatura Mínima (°C)	Umidade (%)	Precipitação (mm)
17/08/2011	8.00	25.00	12.50	14:49	15:23	16:20	17:40	7	25.60	LAJE	38.7	21.0	68	0
17/08/2011	"	25.00	12.50	14:49	15:23	16:20	17:40	7	25.94	LAJE H/G, 10/9.	38.7	21.0	68	0
17/08/2011	"	25.00	12.50	14:49	15:23	16:20	17:40	28	30.61	LAJE H/G, 10/9.	38.7	21.0	68	0
17/08/2011	"	25.00	12.50	14:49	15:23	16:20	17:40	28	30.43	LAJE H/G, 10/9.	38.7	21.0	68	0
06/09/2011	8.00	25.00	12.50	11:06	11:44	11:48	12:19	7	25.26	LAJE DO TERREO, C', B'.	39.7	22.8	52	0

DATA	Volume (m³)	FCK (MPa)	Slump Obtido (cm)	Saída Usina	Chegada na Obra	Horário Moldagem	Fim Descarga	Ruptura (dias)	Resist. (MPa)	Elemento Estrutural	Temperatura Máxima (°C)	Temperatura Mínima (°C)	Umidade (%)	Precipitação (mm)
06/09/2011	"	25.00	12.50	11:06	11:44	11:48	12:19	7	25.67	LAJE DO TERREO, C', B'.	39.7	22.8	52	0
06/09/2011	"	25.00	12.50	11:06	11:44	11:48	12:19	28	29.17	LAJE DO TERREO, C', B'.	39.7	22.8	52	0
06/09/2011	"	25.00	12.50	11:06	11:44	11:48	12:19	28	29.39	LAJE DO TERREO, C', B'.	39.7	22.8	52	0
16/09/2011	8.00	25.00	13.00	12:40	13:11	13:47	14:00	7	25.22	P1 EIXO, 13 - 14, E AO H.	38.6	23.8	66	0
16/09/2011	"	25.00	13.00	12:40	13:11	13:47	14:00	7	25.91	P1 EIXO, 13 - 14, E AO H.	38.6	23.8	66	0
16/09/2011	"	25.00	13.00	12:40	13:11	13:47	14:00	28	30.65	P1 EIXO, 13 - 14, E AO H.	38.6	23.8	66	0
16/09/2011	"	25.00	13.00	12:40	13:11	13:47	14:00	28	30.38	P1 EIXO, 13 - 14, E AO H.	38.6	23.8	66	0
23/09/2011	8.00	25.00	13.00	10:39	11:05	11:13	11:35	7	27.25	LAJE 1º PISO, 11º P/ 12º H - F.	40.3	24.6	51	0
23/09/2011	"	25.00	13.00	10:39	11:05	11:13	11:35	7	27.78	LAJE 1º PISO, 11º P/ 12º H - F.	40.3	24.6	51	0
23/09/2011	"	25.00	13.00	10:39	11:05	11:13	11:35	28	29.60	LAJE 1º PISO, 11º P/ 12º H - F.	40.3	24.6	51	0
23/09/2011	"	25.00	13.00	10:39	11:05	11:13	11:35	28	29.79	LAJE 1º PISO, 11º P/ 12º H - F.	40.3	24.6	51	0
23/09/2011	3.00	25.00	13.00	11:55	12:24	12:35	12:46	7	28.07	LAJE 1º PISO, 11º P/ 12º H - F.	40.3	24.6	51	0
23/09/2011	"	25.00	13.00	11:55	12:24	12:35	12:46	7	27.88	LAJE 1º PISO, 11º P/ 12º H - F.	40.3	24.6	51	0
23/09/2011	"	25.00	13.00	11:55	12:24	12:35	12:46	28	31.16	LAJE 1º PISO, 11º P/ 12º H - F.	40.3	24.6	51	0
23/09/2011	"	25.00	13.00	11:55	12:24	12:35	12:46	28	30.42	LAJE 1º PISO, 11º P/ 12º H - F.	40.3	24.6	51	0
05/10/2011	9.00	25.00	12.50	13:01	13:32	14:00	14:22	7	26.11	P1, 1º ETAPA, EIXOS 14 - 13 / C-E.	38.1	25.6	55	0
05/10/2011	"	25.00	12.50	13:01	13:32	14:00	14:22	7	25.53	P1, 1º ETAPA, EIXOS 14 - 13 / C-E.	38.1	25.6	55	0
05/10/2011	"	25.00	12.50	13:01	13:32	14:00	14:22	28	29.70	P1, 1º ETAPA, EIXOS 14 - 13 / C-E.	38.1	25.6	55	0
05/10/2011	"	25.00	12.50	13:01	13:32	14:00	14:22	28	29.12	P1, 1º ETAPA, EIXOS 14 - 13 / C-E.	38.1	25.6	55	0
28/10/2011	8.00	25.00	12.00	11:25	11:56	13:26	13:40	7	20.10	P2, 1º ETAPA - EIXO 13 / 12, E / A.	37.5	24.6	62	0
28/10/2011	"	25.00	12.00	11:25	11:56	13:26	13:40	7	20.92	P2, 1º ETAPA - EIXO 13 / 12, E / A.	37.5	24.6	62	0
28/10/2011	"	25.00	12.00	11:25	11:56	13:26	13:40	28	26.53	P2, 1º ETAPA - EIXO 13 / 12, E / A.	37.5	24.6	62	0
28/10/2011	"	25.00	12.00	11:25	11:56	13:26	13:40	28	25.94	P2, 1º ETAPA - EIXO 13 / 12, E / A.	37.5	24.6	62	0
28/10/2011	2.00	25.00	13.00	14:10	14:43	15:01	15:07	7	19.94	P2, 1º ETAPA - EIXO 13 / 12, E / A.	37.5	24.6	62	0
28/10/2011	"	25.00	13.00	14:10	14:43	15:01	15:07	7	19.63	P2, 1º ETAPA - EIXO 13 / 12, E / A.	37.5	24.6	62	0
28/10/2011	"	25.00	13.00	14:10	14:43	15:01	15:07	28	26.38	P2, 1º ETAPA - EIXO 13 / 12, E / A.	37.5	24.6	62	0
28/10/2011	"	25.00	13.00	14:10	14:43	15:01	15:07	28	26.57	P2, 1º ETAPA - EIXO 13 / 12, E / A.	37.5	24.6	62	0
21/11/2011	9.00	25.00	12.50	10:22	10:51	12:02	12:16	7	24.46	P1, EIXO 11 - 10, B' - E.	37.6	25.6	62	0
21/11/2011	"	25.00	12.50	10:22	10:51	12:02	12:16	7	24.74	P1, EIXO 11 - 10, B' - E.	37.6	25.6	62	0
21/11/2011	"	25.00	12.50	10:22	10:51	12:02	12:16	28	26.95	P1, EIXO 11 - 10, B' - E.	37.6	25.6	62	0
21/11/2011	"	25.00	12.50	10:22	10:51	12:02	12:16	28	27.30	P1, EIXO 11 - 10, B' - E.	37.6	25.6	62	0
21/11/2011	5.00	25.00	12.00	12:17	12:42	13:18	13:27	7	23.13	P1, EIXO 11 - 10, B' - E.	37.6	25.6	62	0
21/11/2011	"	25.00	12.00	12:17	12:42	13:18	13:27	7	23.64	P1, EIXO 11 - 10, B' - E.	37.6	25.6	62	0
21/11/2011	"	25.00	12.00	12:17	12:42	13:18	13:27	28	27.39	P1, EIXO 11 - 10, B' - E.	37.6	25.6	62	0
21/11/2011	"	25.00	12.00	12:17	12:42	13:18	13:27	28	27.13	P1, EIXO 11 - 10, B' - E.	37.6	25.6	62	0
16/12/2011	"	25.00	12.00	10:10	10:39	11:27	11:36	7	23.69	PISO P3, EIXO 14, 13, H/E.	35.2	22.6	65	0
16/12/2011	"	25.00	12.00	10:10	10:39	11:27	11:36	28	26.34	PISO P3, EIXO 14, 13, H/E.	35.2	22.6	65	0
16/12/2011	"	25.00	12.00	10:10	10:39	11:27	11:36	28	25.97	PISO P3, EIXO 14, 13, H/E.	35.2	22.6	65	0
16/12/2011	6.00	25.00	11.00	12:06	12:34	12:49	13:22	7	20.70	PISO P3, EIXO 14, 13, H/E.	35.2	22.6	65	0
16/12/2011	"	25.00	11.00	12:06	12:34	12:49	13:22	7	21.24	PISO P3, EIXO 14, 13, H/E.	35.2	22.6	65	0
16/12/2011	"	25.00	11.00	12:06	12:34	12:49	13:22	28	25.22	PISO P3, EIXO 14, 13, H/E.	35.2	22.6	65	0
16/12/2011	"	25.00	11.00	12:06	12:34	12:49	13:22	28	25.06	PISO P3, EIXO 14, 13, H/E.	35.2	22.6	65	0

Tabela 3: Concretagens e Condições Climáticas no ano de 2012. (slump solicitado = 10±3)

DATA	Volume (m³)	FCK (MPa)	Slump Obtido (cm)	Saída Usina	Chegada na Obra	Horário Moldagem	Fim Descarga	Ruptura (dias)	Resist. (MPa)	Elemento Estrutural	Temperatura Máxima (°C)	Temperatura Mínima (°C)	Umidade (%)	Precipitação (mm)
05/01/2012	"	25.00	13.00	10:47	11:15	11:23	12:40	7	26.48	EIXO 13/12 B LINHA 1 METRO P/E	35.9	20.2	78	4.8
05/01/2012	"	25.00	13.00	10:47	11:15	11:23	12:40	28	28.92	EIXO 13/12 B LINHA 1 METRO P/E	35.9	20.2	78	4.8
05/01/2012	"	25.00	13.00	10:47	11:15	11:23	12:40	28	28.78	EIXO 13/12 B LINHA 1 METRO P/E	35.9	20.2	78	4.8
09/02/2012	8.00	25.00	11.00	10:20	10:50	11:19	12:10	7	23.75	LAJE PISO G2, C - B/ 12-14.	36.2	21.4	79	0
09/02/2012	"	25.00	11.00	10:20	10:50	11:19	12:10	7	23.96	LAJE PISO G2, C - B/ 12-14.	36.2	21.4	79	0
09/02/2012	"	25.00	11.00	10:20	10:50	11:19	12:10	28	28.39	LAJE PISO G2, C - B/ 12-14.	36.2	21.4	79	0
09/02/2012	"	25.00	11.00	10:20	10:50	11:19	12:10	28	28.29	LAJE PISO G2, C - B/ 12-14.	36.2	21.4	79	0
09/03/2012	7.00	25.00	12.00	12:36	13:50	14:11	15:34	7	22.87	PISO P3, EIXOS 14 - 13, A - B.	34.7	21.1	86	0
09/03/2012	"	25.00	12.00	12:36	13:50	14:11	15:34	7	22.46	PISO P3, EIXOS 14 - 13, A - B.	34.7	21.1	86	0
09/03/2012	"	25.00	12.00	12:36	13:50	14:11	15:34	28	29.23	PISO P3, EIXOS 14 - 13, A - B.	34.7	21.1	86	0
09/03/2012	"	25.00	12.00	12:36	13:50	14:11	15:34	28	28.53	PISO P3, EIXOS 14 - 13, A - B.	34.7	21.1	86	0
12/04/2012	9.00	25.00	12.00	08:50	09:37	10:00	10:47	7	22.54	LAJE, PISO G1, EIXO 9,10, LINHA C B', A'.	35.0	23.5	84	0
12/04/2012	"	25.00	12.00	08:50	09:37	10:00	10:47	7	22.03	LAJE, PISO G1, EIXO 9,10, LINHA C B', A'.	35.0	23.5	84	0
12/04/2012	"	25.00	12.00	08:50	09:37	10:00	10:47	28	24.74	LAJE, PISO G1, EIXO 9,10, LINHA C B', A'.	35.0	23.5	84	0
12/04/2012	"	25.00	12.00	08:50	09:37	10:00	10:47	28	24.98	LAJE, PISO G1, EIXO 9,10, LINHA C B', A'.	35.0	23.5	84	0
13/06/2012	9.00	25.00	11.50	14:20	14:55	16:08	16:37	7	23.54	LAJE TÉCNICA DO CINEMA 3º PAV.	34.0	20.4	90	0
13/06/2012	"	25.00	11.50	14:20	14:55	16:08	16:37	7	24.10	LAJE TÉCNICA DO CINEMA 3º PAV.	34.0	20.4	90	0
13/06/2012	"	25.00	11.50	14:20	14:55	16:08	16:37	28	26.45	LAJE TÉCNICA DO CINEMA 3º PAV.	34.0	20.4	90	0
13/06/2012	"	25.00	11.50	14:20	14:55	16:08	16:37	28	27.08	LAJE TÉCNICA DO CINEMA 3º PAV.	34.0	20.4	90	0
10/07/2012	8.00	25.00	12.50	09:39	10:30	10:55	11:25	7	22.26	ARQUIBANCADA 2 DO CINEMA.	34.2	16.5	84	0
10/07/2012	"	25.00	12.50	09:39	10:30	10:55	11:25	7	22.91	ARQUIBANCADA 2 DO CINEMA.	34.2	16.5	84	0
10/07/2012	"	25.00	12.50	09:39	10:30	10:55	11:25	28	25.59	ARQUIBANCADA 2 DO CINEMA.	34.2	16.5	84	0
10/07/2012	"	25.00	12.50	09:39	10:30	10:55	11:25	28	26.00	ARQUIBANCADA 2 DO CINEMA.	34.2	16.5	84	0
18/08/2012	8.00	25.00	12.00	11:07	11:55	13:15	14:05	7	18.68	ARQUIBANCADA 04 DO CINEMA 7º PAV.	38.0	18.4	62	0
18/08/2012	"	25.00	12.00	11:07	11:55	13:15	14:05	7	19.20	ARQUIBANCADA 04 DO CINEMA 7º PAV.	38.0	18.4	62	0
18/08/2012	"	25.00	12.00	11:07	11:55	13:15	14:05	28	25.29	ARQUIBANCADA 04 DO CINEMA 7º PAV.	38.0	18.4	62	0
18/08/2012	"	25.00	12.00	11:07	11:55	13:15	14:05	28	25.01	ARQUIBANCADA 04 DO CINEMA 7º PAV.	38.0	18.4	62	0
21/08/2012	9.00	25.00	12.50	11:50	12:30	14:10	14:46	7	16.79	COMPLEMENTO DE LAJE DO TERREO	37.4	19.4	63	0
21/08/2012	"	25.00	12.50	11:50	12:30	14:10	14:46	7	17.18	COMPLEMENTO DE LAJE DO TERREO	37.4	19.4	63	0
21/08/2012	"	25.00	12.50	11:50	12:30	14:10	14:46	28	25.21	COMPLEMENTO DE LAJE DO TERREO	37.4	19.4	63	0
21/08/2012	"	25.00	12.50	11:50	12:30	14:10	14:46	28	25.06	COMPLEMENTO DE LAJE DO TERREO	37.4	19.4	63	0

De acordo com TROXELL E DAVIS (1956) as temperaturas favoráveis a uma boa cura enquadram-se entre 15 a 35°C, porém todas as 47 concretagens realizadas em 2011 apresentaram temperatura máxima acima de 35°C e entre as 31 concretagens de 2012, apenas 8 ficaram abaixo desse limite.

YAZIGI (2011) recomenda que no verão para se obter uma boa cura deve-se cobrir as lajes com sacaria de estopa ou sacos vazios de cimento molhados, procedimento que também não foi realizado na obra em estudo para proteger o concreto e garantir a boa cura, minimizando as elevadas temperaturas.

5. Conclusões

É evidente que o controle da cura no concreto tem fundamental importância no aspecto do controle da fissuração, principalmente nas primeiras idades do concreto, onde as fissuras se tornaram evidentes.

Dentro dos procedimentos hoje adotados para analisar a resistência à compressão, os procedimentos executados em laboratórios não refletem os resultados exatos da peça concretada, pois os corpos-de-prova não ficam expostos às mesmas condições e interferências climáticas as quais a peça concretada está sujeita.

Pode-se concluir, através das pesquisas bibliográficas que o fator mais importante na cura do concreto é promover uma ação que impeça a fuga da água do concreto, portanto é necessário aplicar um método de cura eficiente.

Os resultados permitem evidenciar que as peças concretadas sofreram fissuras, portanto conclui-se que houve perda de desempenho.

Dentre as iniciativas para melhorar a cura com suas influências climáticas, este trabalho reconhece um conjunto de ações para a garantia da qualidade do processo de concretagem, enfatizando as soluções tecnológicas disponíveis.

A tecnologia com a utilização de retardadores de pega, livre de cloretos que atuam sobre os elementos que desenvolvem a pega e o calor de hidratação nos cristais do cimento, o Aluminato tricálcio e sobre o Silicato tricálcio. Os retardadores irão inibir o desenvolvimento da pega por algum tempo, atuando no calor da hidratação não deixando chegar a altas temperaturas, uma das principais causas de fissuras, quedas de resistência e baixas durabilidades. Com o retardo do início da pega o calor de hidratação irá distribuir-se por possuir maior espaço de tempo até o final da pega, além do que melhora a trabalhabilidade e melhora a aderência do concreto a armadura, por controlarem o calor de hidratação. Normalmente a dosagem de retardadores é de 0,2% a 0,3% do aditivo sobre o peso do cimento.

Permitindo-se trabalhar com o uso de horários previamente definidos para a concretagem em dias em que as temperaturas estejam elevadas para que a pega se inicie à noite, quando as temperaturas estão em queda.

Mesmo assim, a cura deve ser realizada por no mínimo 07 dias consecutivos e iniciando na primeira hora do dia do turno de trabalho, às 07:00 horas, quando a temperatura ainda se mantém baixa.

No setor da construção, a efetiva competitividade presente, tem provocado a conscientização dos diversos agentes intervenientes quanto à necessidade de se promover melhoras no desenvolvimento de processos e na qualidade dos produtos.

Finalmente, como recomendações para trabalhos futuros sugere-se a realização de estudos mais precisos que tratem da correlação da temperatura e da umidade relativa do ar com o surgimento das fissuras, monitorar os dados de velocidade do vento e temperatura do concreto,

para correlacionar com a taxa de evaporação de água durante a cura e a realização de ensaios de resistência em peças que estejam expostas as mesmas condições das peças concretadas.

6. Referências

- [1] IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia Estatística. **Censo Demográfico**. Rio de Janeiro, 2000.
- [2] MAITELLI, G. T. **Uma Abordagem Tridimensional de Clima Urbano em Área Tropical Continental: O Exemplo de Cuiabá-MT**. Tese de Doutorado, São Paulo: Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, 1994.
- [3] METHA, P. K., MONTEIRO, P. J. M.. **Concreto: Microestrutura, Propriedades e Materiais**. São Paulo, IBRACON, 2008.
- [4] BRANDÃO, A. M. da S.; PINHEIRO, L. M. **Qualidade e durabilidade das estruturas de concreto armado: aspectos relativos ao projeto**. *Cadernos de Engenharia de Estruturas*, São Carlos, n.8,1999.
- [5] LEONHARDT, F.; MONNIG, E. **Construções de concreto**. 1.ed. Rio de Janeiro. Interciência, 1977.
- [6] TERZIAN, P. **Prevenção de fissuras por retração plástica de origem climática em pavimentos, pisos e lajes de concreto**. *Concreto e Construções*, São Paulo, n.46, p.38-41, abr-mai-jun, 2007.
- [7] BAUER, L. A. **Materiais de Construção**. 5. ed. revisada. Rio de Janeiro, LTC, 2011.
- [8] CÁNOVAS, M. F. **Patologia e terapia do concreto armado**, São Paulo : PINI, 1988.
- [9] ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 1493 :Execução de estruturas de concreto e procedimentos**. Rio de Janeiro, 2004.
- [10] Inmet, INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Informação climáticas: estação Cuiabá/MT (OMM:83361)**. Disponível em: www.inmet.gov.br, acessado em 19/11/2012.
- [11] SIKA DO BRASIL. **Tecnologia do Concreto-Soluções e Produtos**. Disponível em: www.sika.com.br, acessado em 18/11/2012.
- [12] TROXELL. G. E., DAVIS. H. E. **Composition and properties of concrete**. New York. McGraw-Hill, 1956.
- [13] YAZIGI, W. **A técnica de edificar**. 11 ed. São Paulo, PINI, 2011.