

INFLUÊNCIA DE DIFERENTES CLIMAS URBANOS NA QUALIDADE DO CONCRETO

INFLUENCE OF DIFFERENT CITY WEATHER IN THE CONCRETE QUALITY

Marcos de Oliveira Valin Junior*

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, Cuiabá – Brasil
marcos.valin@cba.ifmt.edu.br

Diego Henrique Corrêa Alves

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, Cuiabá – Brasil
diegohcorreacba@gmail.com

Francine Maky Ishii

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, Cuiabá – Brasil
francine.maky@gmail.com

Gabriella Gonçalves Guidani

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, Cuiabá – Brasil
guindani_gabi@hotmail.com

Hermínio Augusto de Souza Moraes

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, Cuiabá – Brasil
helmengon@hotmail.com

Fábio Luiz da Cruz e Silva

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, Cuiabá – Brasil
fluiz.cba@gmail.com

Resumo

A sustentabilidade é uma bandeira empunhada por profissionais de todas as áreas tecnológicas e científicas, e garantir a produção de um concreto de qualidade garante maior resistência e durabilidade, que implica em menores gastos com manutenção, utilização de novos materiais e menor produção de resíduos. 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. As altas temperaturas e a umidade do ar baixas são os principais fatores climáticos que influenciam diretamente na obtenção de uma cura eficiente. Esta pesquisa simulou diferentes situações de temperatura e umidade relativa do ar no período de cura de um concreto produzido em mesmo lote, visando relacionar as características do concreto endurecido aos 28 dias com as influências dos microclimas urbanos nos quais o concreto é exposto durante a cura. Os resultados climáticos relacionados com os ensaios de resistência e absorção dessas amostras de concreto evidenciaram diferenças de mais de 20% na resistência e permitiram evidenciar e quantificar essas interferências.

Palavras-chave: Cura do concreto. Clima urbano. Temperatura do ar. Umidade relativa do ar.

Abstract

Sustainability is a theme discussed by professionals of all technologic and scientific areas, and ensuring the production of quality concrete ensures more resistance and durability, that implies in smaller costs of maintenance, use of new materials and less waste. The curing of the concrete is vital in the process of any structural element, because it helps in the cement hydration, preventing the evaporation of the water used in its kneading, ensuring resistance and durability. High temperatures and low air humidity are the main climatic factors that directly influences an efficient curing. This research simulated different conditions of temperature and relative air humidity in the curing period in order to relate the properties of a 28 days harden concrete with the influences of the urban microclimate. The climate results related to the resistance and absorption tests of the samples showed more than 20% difference and allowed to quantify this relation.

Keywords: Concrete curing. Urban weather. Air temperature. Air relative humidity.

1 Introdução

As condições climáticas das áreas urbanas, entendidas como clima urbano, derivam da alteração da paisagem natural e da sua substituição por um ambiente construído, palco de intensas atividades humanas (MENDONÇA, 2003 apud LIMA; ZANELLA, 2011).

O concreto é um material de destaque ao se falar de ambiente construído visto que, é amplamente disseminado devido à sua versatilidade, durabilidade e resistência, podendo ser encontrado nas casas, em rodovias, pontes, nos edifícios mais altos do mundo, em usinas hidrelétricas e nucleares, em obras de saneamento e até em plataformas de extração petrolífera móveis. Uma grande quantidade de mão de obra, equipamentos e recursos naturais (areia, pedra, água, cimento, entre outros) são utilizadas para a produção do concreto, que também é responsável por uma grande produção de resíduos.

Existem três condições climáticas fundamentais que podem criar problemas no concreto durante o período de cura (hidratação do cimento): o frio, o calor e a baixa umidade; todas intensificadas pela ação do vento. 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.

Boas práticas construtivas como a boa cura, confecção correta das fôrmas e controle tecnológico, tornam o concreto um material durável e racional, no sentido de aproveitar ao máximo os recursos naturais empregados na sua produção, tornando-o uma alternativa sustentável que ofereça vantagens tecnológicas e econômicas em relação às demais.

Valin Jr e Lima (2009) relataram que a escolha adequada do tipo de cura do concreto influenciam na sua estabilidade volumétrica, no desempenho mecânico e na resistência aos agentes agressivos do meio ambiente, assim como Terzian (2007), onde ressalta 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.

Considerando a importância da cura para a qualidade do concreto e das condições climáticas diversas apresentadas no Brasil, esta pesquisa tem por objetivo avaliar as interferências dos microclimas urbanos no processo de cura do concreto, verificadas de maneira controlada em laboratório.

2 Materiais e métodos

Os procedimentos metodológicos consistiram em três etapas: A primeira com a realização de um levantamento bibliográfico sobre o tema. Na sequência foi realizado um estudo de traço, para a posterior produção de amostras de concreto (corpos de prova) que foram submetidos a quatro diferentes ambientes de cura, devidamente monitorados. Por fim, na terceira etapa, realizou-se os ensaios em laboratório dessas amostras de concreto e seus resultados analisados e correlacionados com os dados climáticos de cada ambiente de cura.

2.1 Produção do concreto

O procedimento de dosagem do concreto seguiu as etapas recomendadas por Helene e Terzian (1987) no que se refere aos procedimentos de obtenção de traço e da ordem de mistura dos materiais na betoneira (Figura 1).

O traço utilizado foi de 1:1,4:2;1:0,4 sendo a relação aglomerante/agregado (1:M) de M=3,5 e o teor de argamassa de 53%. O abatimento foi de 10 cm.

Para o estudo foram moldados 24 corpos-de-prova cilíndricos de concreto com 10 cm de diâmetro e 20 cm de altura, sendo 6 corpos-de-prova para cada tipo de cura, dosados com os seguintes materiais:

- Cimento Portland CP II Z 32;
- Aditivo superplastificante;
- Agregados graúdos da região de Cuiabá – brita 01. A massa unitária e a massa específica são respectivamente 1,50 g/cm³ e 2,77 g/cm³.
- Agregado miúdo do Rio Cuiabá: A massa unitária e massa específica são respectivamente: 1,73 g/cm³ e 2,64 g/cm³.
- Água obtida diretamente da rede de abastecimento local;

Figura 1 – Produção do concreto: a – local de produção, b – materiais separados, c – adição do agregado graúdo, d – mistura dos materiais



Fonte: Autoria própria (2015)

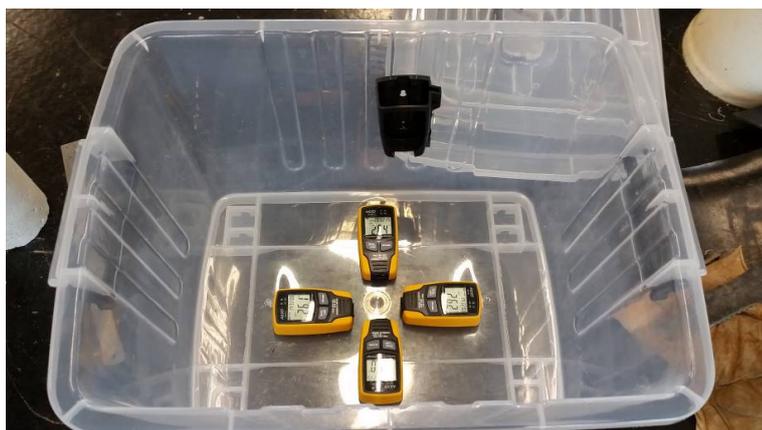
Ressalta-se que todo o concreto foi produzido em amassada única, garantindo, portanto, que as variações nos resultados sejam delimitadas ao tipo de cura realizada.

2.2 Ambiente da cura

Para obter ambientes de cura diferentes e controlados, utilizou-se de 4 caixas organizadoras de plástico incolor, com capacidade para 56,1 l e na dimensão de 48x31x33 cm.

Em cada caixa foi instalado um datalogger de temperatura e umidade para o registro dos valores. O equipamento utilizado foi do fabricante AKSO, modelo AK172, com resolução de 0,1°C e 0,1% U.R., que antes do seu uso foram devidamente calibrado (Figura 2) e configurado para efetuar o registro a cada 10 minutos.

Figura 2 – Calibração dos sensores



Fonte: Autoria própria (2015)

As caixas foram preparadas de maneira a criar diferentes ambientes, sendo:

- a) **Submerso:** Fechada e preenchida com água, de maneira a deixar os corpos de prova totalmente submersos, com o datalogger instalado na tampa (Figura 3);
- b) **Alta umidade:** Foi colocado uma base, de modo que o fundo da caixa foi preenchido com água, de maneira que com a caixa fechada a umidade do ar ficasse elevada, porém garantindo

que os corpos de prova de concreto não entrassem em contato direto com a água (Figura 4). O ambiente ficou hermeticamente fechado garantindo assim um sistema com umidade alta, sem perda de água para o meio externo.

- c) **Alta temperatura:** A caixa foi fechada e dentro dela foi instalada uma lâmpada incandescente, com o objetivo de elevar a temperatura interna. A lâmpada ficou ligada por todo o período de cura (Figura 5).
- d) **Baixa umidade:** Furada em todos os lados e também na tampa (total de 85 furos), com o objetivo de proporcionar a circulação do ar. Esta caixa foi posicionada em frente a um aparelho de ar condicionado que ficou ligado durante todo o período de cura (Figura 6).

Figura 3 – Caixa para concreto submerso em água



Fonte: Autoria própria (2015)

Figura 4 – Caixa para alta umidade: a – base com bloco cerâmico; b – plástico para reter capilaridade do bloco; c – preenchimento com água até o limite do bloco cerâmico



(a)



(b)



(c)

Fonte: Autoria própria (2015)

Figura 5 – Caixa com a lâmpada instalada



Fonte: Autoria própria (2015)

Figura 6 – Caixa para baixa umidade. a – Furos na caixa; b – caixa posicionada em frente ao aparelho de ar condicionado ligado



(a)



(b)

Fonte: Autoria própria (2015)

2.3 Ensaio no concreto endurecido

Aos 7 e 28 dias foram realizados os ensaios de resistência à compressão axial (NBR 5739/94) e aos 28 dias a absorção de água por imersão e índice de vazios (NBR 9778/87)

3 Resultados e discussões

3.1 Dados de temperatura e umidade relativa do ar

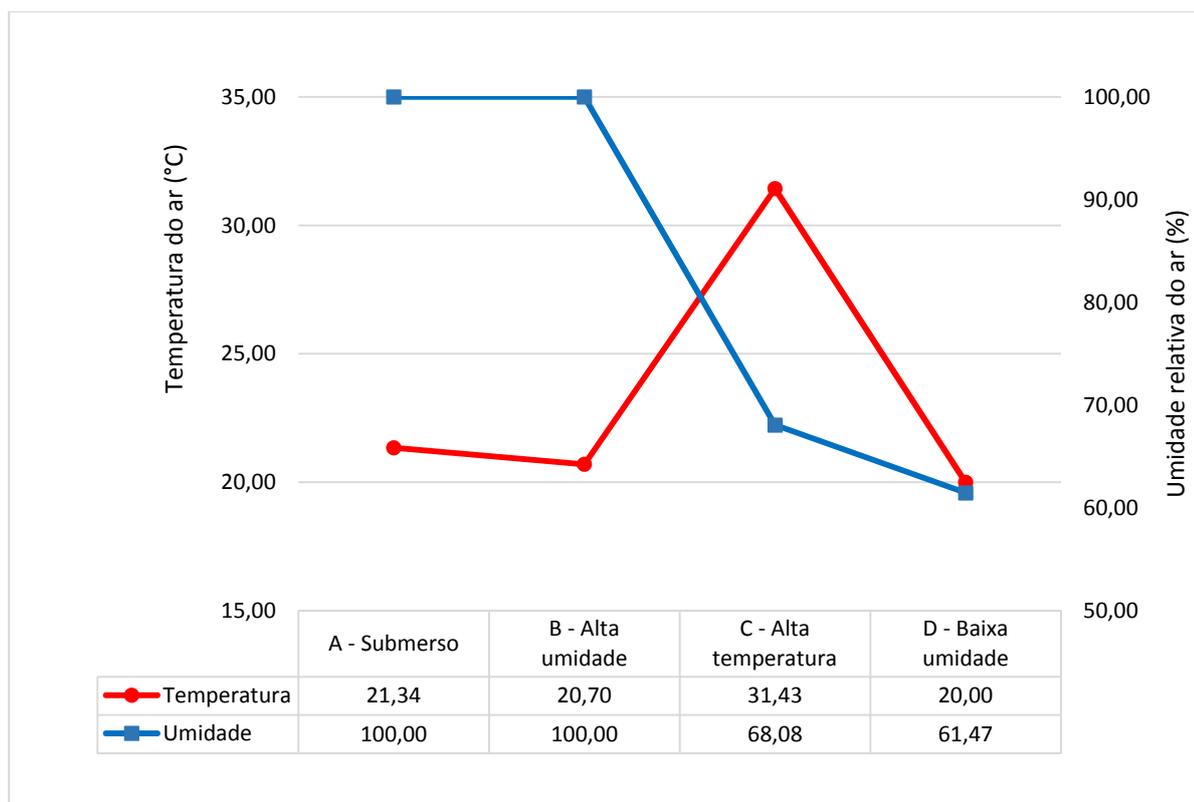
As temperaturas e umidades obtidas dos 4 ambientes criados sofreram poucas variações em suas medias, visto o controle adotado nos ambientes para cada uma delas, sendo seus valores médios apresentados na Tabela 1 e Figura 7.

Tabela 1 – Relação dos ambientes controlados com dados reais de algumas cidades

Ambiente	A – Submerso	B - Alta umidade	C - alta temperatura	D - baixa umidade
Cidade relacionada	Rio Branco – AC	Curitiba -PR	Rio de Janeiro - RJ	Belo Horizonte - MG
Temp. ambiente controlado	21,5°C	21,5 °C	31,5°C	20°C
Temp. média real da cidade relacionada	24.39°C em 01/07 a 01/08/2014	21.44°C em 01/02 a 01/03/2015	28.47°C em 01/02/ a 01/03/2015	23.92°C em 01/02 a 01/03/2015
Umidade relativa no ambiente controlado	100%	100%	68%	61,5%
Umidade relativa média real da cidade	84.50% em 01/07 a 01/08/2014	81.5% em 01/02 a 01/03/2015	70.68% em 01/02 a 01/03/2015	66.02 % em 01/02 a 01/03/2015
Coordenadas geográficas	09° 58' 29" S 67° 48' 36" W	25°25'48”S 49°16'15”W	22° 53' 00" S 43° 06' 13" W	19° 55' 15" S 43° 56' 16" W
Altitude	153m	945 m	5m	858m

Fonte: Aatoria própria (2015)

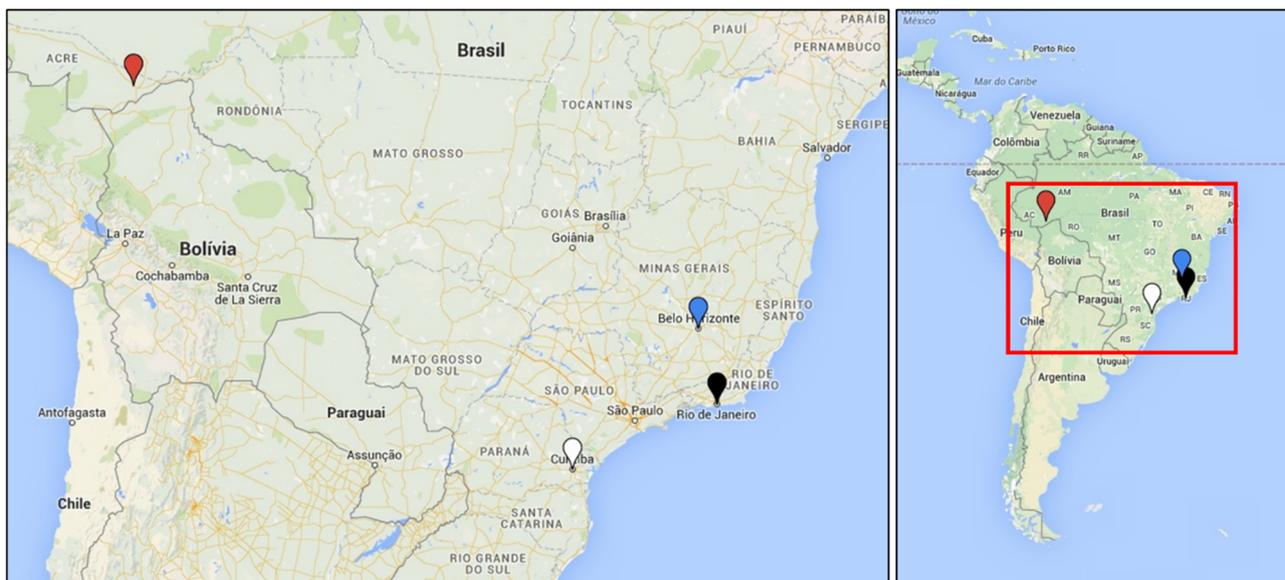
Figura 7 – Temperatura e umidade do ar médias do período nas caixas controladas



Fonte: Aatoria própria (2015)

Com base nestas temperaturas e umidades, encontradas nos quatro ambientes criados para submeter os corpos de prova à cura, foi possível relacioná-los a alguns períodos do ano com capitais brasileiras, conforme a Tabela 1 e a figura 8.

Figura 8 – Localização das cidades



O Brasil, por ser um país de dimensões continentais, possui diversidades em questão de clima entre os estados, por isso, determinou-se para cada caixa uma cidade brasileira que de acordo com os resultados de temperatura e umidade obtidos nos ensaios. Para a caixa com os corpos submersos (tipo A), a temperatura e umidade média do ambiente controlado da pesquisa se mostrou semelhante ao de Rio Branco - AC. Segundo Duarte (2005) em Rio Branco, que é cortada pelo rio Acre, existe um período de seca curto (de junho a agosto); um mês de transição entre seca e chuvas (setembro); um período chuvoso mais prolongado (de outubro a abril), sendo de dezembro a março o período mais chuvoso; e uma transição (mês de maio) na passagem da época de chuvas para a seca. Dentre as capitais amazônicas, é a que tem o clima mais agradável, caracterizado por temperaturas mínimas frequentemente próximas de 20°C e máximas próximas de 30°C. O clima é equatorial, com temperatura média anual ao redor dos 25°C e precipitação de chuvas anual de 2.000mm.

A caixa com alta umidade (tipo B), devido a lâmina de água, teve a temperatura e umidade média do ambiente controlado semelhante ao de Curitiba - PR. Entre as cidades analisadas a sua altitude é a mais elevada e conseqüentemente, uma das com temperatura mais baixa. De acordo com a Prefeitura Municipal de Curitiba (2015) no verão a sua temperatura média é 21°C e no inverno 13°C e tem o clima subtropical úmido: inverno frio e chuva o ano inteiro, de acordo com o site da prefeitura municipal de Curitiba.

A caixa com alta temperatura (tipo C), a temperatura e umidade média do ambiente controlado foi semelhante ao do Rio de Janeiro - RJ. No planalto, ou Serra Fluminense, pode-se dizer que o clima predominante é o tropical de altitude, caracterizado pelas temperaturas mais amenas. Na Baixada Fluminense predomina o clima tropical semi-úmido, com temperatura média anual de 24° C. As

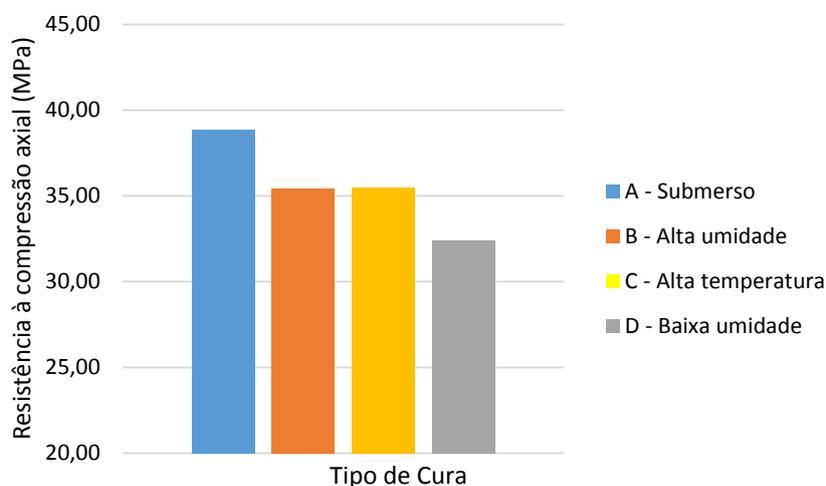
chuvas são abundantes, sobretudo na base da Serra do Mar. A Mata Atlântica, vegetação original em grande parte do estado, ocupa atualmente apenas um décimo dessa área, nas partes mais altas das serras do estado.

Já a caixa com baixa umidade (tipo D), a temperatura e umidade média do ambiente controlado foi semelhante ao de Belo Horizonte - MG, segundo o site da prefeitura municipal de Belo Horizonte (2015), essa cidade está localizada na zona tropical, seu clima é tropical de altitude esse clima é caracterizado por verões quentes e úmidos e invernos secos e suaves com duas estações, que diferem principalmente com base na precipitação. A temperatura média anual é de 21,1° C.

3.2 Desempenho quanto a resistência

Aos 7 dias a resistência à compressão axial do ambiente submerso (tipo A) foi de 38,88 MPa, sendo o maior valor obtido entre os tipos de cura analisados, já que o ambientes com umidade alta (tipo B) e o de alta temperatura (tipo C) obtiveram, respectivamente, a resistência de 35,42 MPa e 35,50 MPa, portanto pode se notar que o fato de haver circulação de ar frio no ambiente foi o de maior influência tendo em vista que o ambiente de baixa umidade (tipo D) obteve o menor valor, que foi de 32,42 MPa, conforme apresentado na figura 9.

Figura 9 – Resistência à compressão axial aos 7 dias

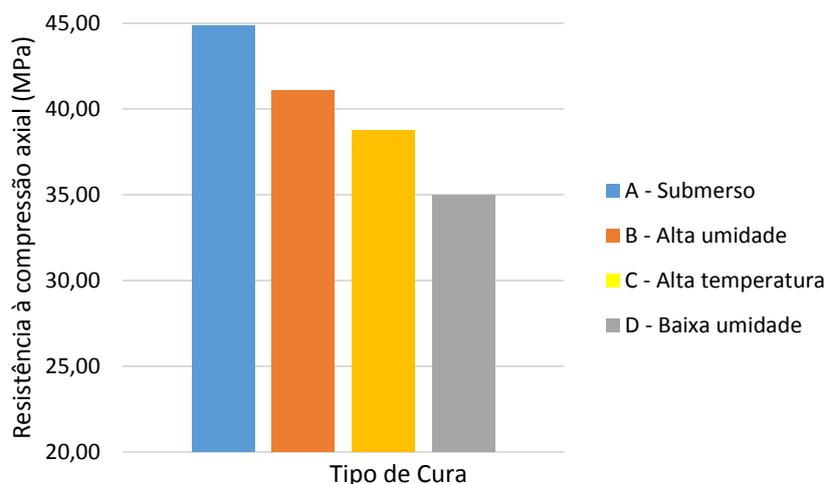


Fonte: Aatoria própria (2015)

Aos 28 dias de cura, os valores obtidos seguiram a mesma tendência apresentada aos 7 dias, somente destacando ainda mais a diferença devido ao ambiente de cura, conforme figura 10.

Percebe-se que o concreto submerso (tipo A), curado conforme determina as normas vigentes, se destaca obtendo 10 MPa a mais do que o de baixa umidade (tipo D).

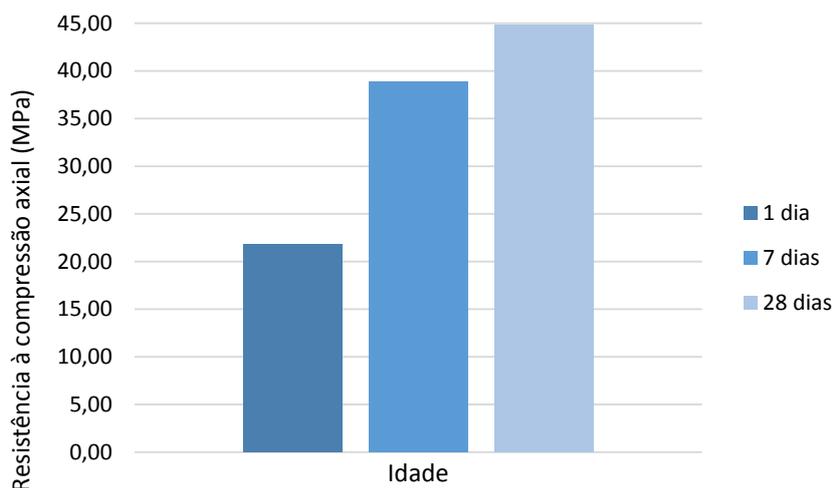
Figura 10 – Resistência à compressão axial aos 28 dias



Fonte: Autoria própria (2015)

O concreto imerso (tipo A) se destaca em relação aos outros, justamente pelo fato de possuir abundância de água para realizar sua reação de hidratação, o que potencializa a qualidade do material. Sua evolução do primeiro ao sétimo dia foi de 21,77 para 38,88 MPa já do sétimo ao vigésimo oitavo dia, a variação ficou em torno 6 MPa (Figura 11). A temperatura também influenciou na cura, pois por ser baixa diminui a velocidade de evaporação da água no concreto e com a umidade alta a água do mesmo não é alterada.

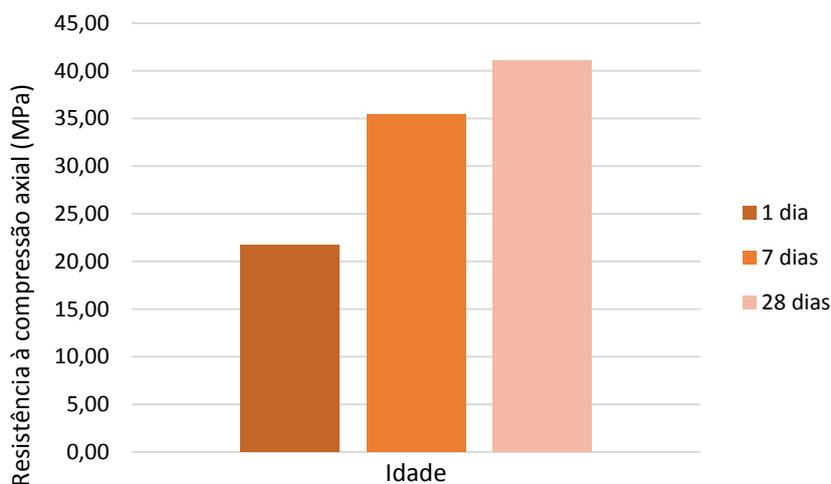
Figura 11 – Evolução da resistência à compressão axial do concreto do tipo A – submerso



Fonte: Autoria própria (2015)

O concreto com alta umidade (tipo B) apresentou inicialmente um crescimento de resistência equivalente ao concreto com Lâmpada, mas aos 28 dias seu processo se potencializou e ele apresentou um valor próximo ao do submerso, conforme já era esperado. (Figura 12).

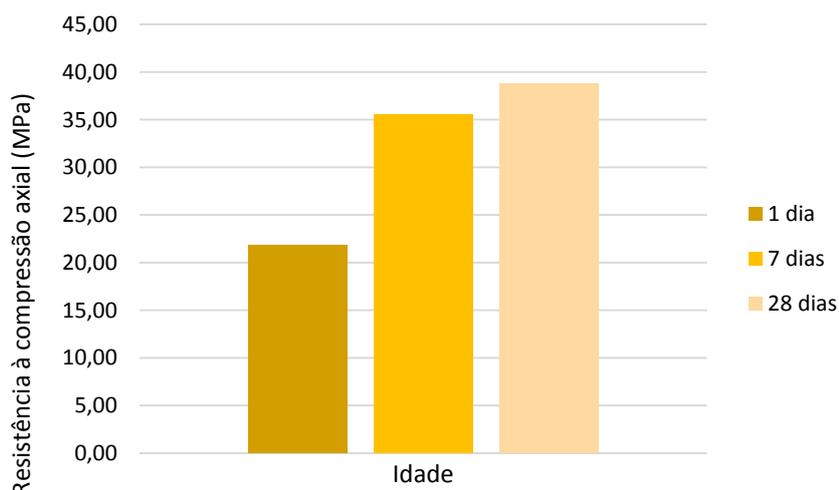
Figura 12 – Evolução da resistência à compressão axial do concreto do tipo B – alta umidade



Fonte: Autoria própria (2015)

Quanto ao concreto com alta temperatura (tipo C), com utilização de uma lâmpada, nos primeiros dias demonstrou um desenvolvimento de resistência inicial próximo ao daquele com alta umidade (tipo B), mas na sequência da sua cura, aos 28 dias, a diferença foi aumentando e ele se demonstrou menos resistente (Figura 13). Uma possibilidade plausível para isso, é o fato de que a água presente no concreto após determinado momento evaporou totalmente, deixando o mesmo sem a umidade necessária para continuar a realizar o processo de hidratação e assim, parando o desenvolvimento de sua resistência

Figura 13 – Evolução da resistência à compressão axial do concreto do tipo C – alta temperatura

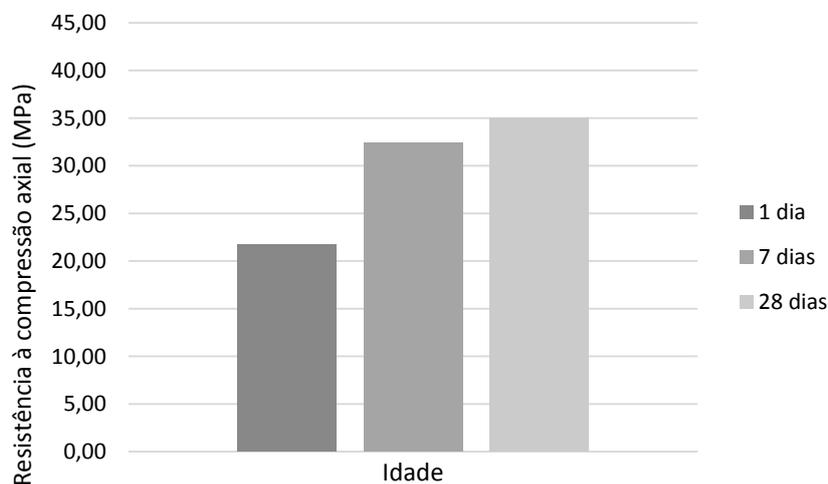


Fonte: Autoria própria (2015)

O concreto exposto a baixa umidade (tipo D) na caixa com furos na frente do ar condicionado, apresentou desde as primeiras idades uma resistência inferior à dos outros, e a evolução entre 7 e 28 dias foi a menor entre os tipos analisados (Figura 14). Para um parâmetro de comparação, o concreto

tipo A, aos 7 dias de cura obteve uma resistência de 38,88 MPa, resistência maior que a obtida pelo tipo D após seus 28 dias de cura, que foi de 35 MPa. Acredita-se que por causa da circulação do ar no ambiente a umidade que evaporou foi cedida para o local, prejudicando o processo de cura e explicando assim a motivação do ocorrido.

Figura 14 – Evolução da resistência à compressão axial do concreto do tipo D – baixa umidade

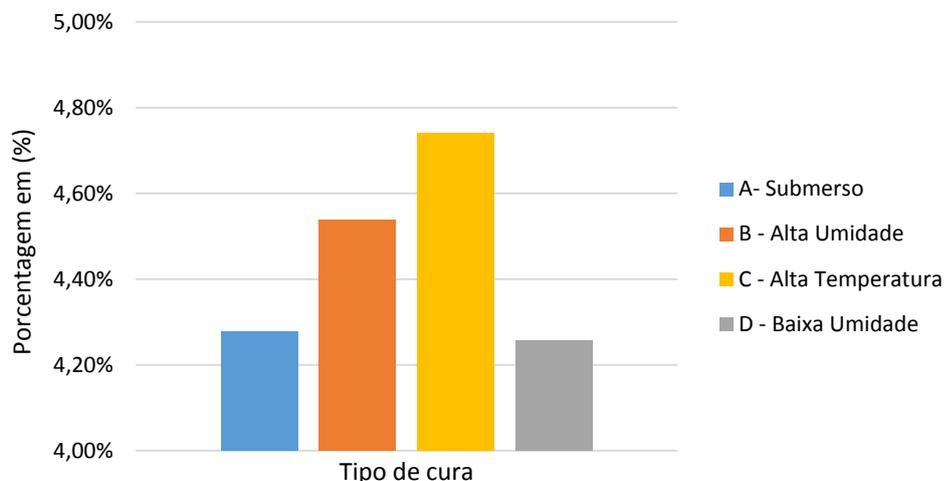


Fonte: Autoria própria (2015)

3.3 Desempenho quanto a durabilidade

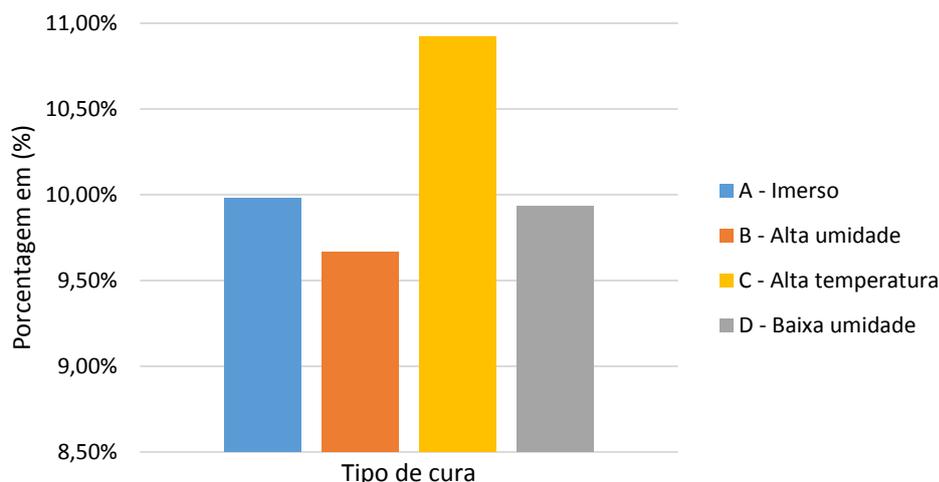
A durabilidade no concreto tem um papel tão importante quanto a sua resistência, pois é com base nesse conceito que se constrói a ideia de sustentabilidade. As figuras 15 e 16 apresentam respectivamente os valores da absorção por imersão e o índice de vazios aos 28 dias dos 4 tipos de concreto produzidos.

Figura 15 – Absorção de água por imersão aos 28 dias



Fonte: Autoria própria (2015)

Figura 16 – Índice de vazios aos 28 dias



Fonte: Autoria própria (2015)

Em uma série de experimentos, Helene (1983) pôde relacionar a durabilidade de concretos em relação à penetração de cloretos e à carbonatação com o índice de absorção de água do concreto por imersão, de acordo com o especificado na Tabela 2.

Tabela 2 – Durabilidade do concreto em função do índice de absorção de água

Classificação do concreto	Teor de absorção de água (a)
Durável – Alto desempenho	$\leq 4,2\%$
Convencional	$4,2\% \leq a \leq 6,2\%$
Deficiente	$\geq 6,2\%$

Fonte: Autoria própria (2015)

Por esses dados, tem-se que todos os tipos de cura realizados a classificação foi convencional, quanto a durabilidade, entretanto o submerso (tipo A) com 4,28% e o de baixa umidade (tipo D) com 4,26% ficaram muito próximos da classificação durável. Já aqueles curados com alta umidade (tipo B) apresentaram 4,54% e o maior valor de absorção foi o exposto a alta temperatura (tipo C) com 4,74%.

Quanto ao índice de vazios, com exceção do concreto do tipo B, os demais tipos seguiram a mesma tendência da absorção por imersão.

A falta de cuidado com a absorção e índice de vazios pode gerar gastos futuros (longo prazo), o que vai de contramão ao esperado na sociedade atualmente, onde se pensa em economia de recursos naturais e financeiros. É interessante destacar que na atualidade, a produção de cimento é responsável por 5% das emissões totais de CO₂ no mundo (Arnaldo Battagin, chefe dos laboratórios da Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), o que significa que a potencialização das características do concreto, se tornaria em uma diminuição na necessidade de produção desnecessária do mesmo, o que seria uma pequena, mas real diminuição de poluição ao nosso planeta.

4 Considerações Finais

O concreto que passou pelo processo de cura de forma correta, reagindo o maior número de grãos de cimento possível, tem-se um material não somente mais resistente, mas também com maior durabilidade, devido ao fato de que o material fica menos poroso e desse modo, com menor suscetibilidade infiltração de substâncias prejudiciais a vida útil do concreto, podendo causar danos as estruturas em concreto armado.

Um concreto mal curado é menos resistente e menos durável, podendo gerar prejuízos a longo ou até mesmo curto prazo. Tendo isso em vista, para uma boa cura deve-se conhecer o lugar onde será construído pois, só assim, os responsáveis pela obra poderão tomar as devidas providencias para obterem um concreto que irá atender as exigências do projeto.

O conhecimento do clima é um dos dados mais importantes, pois esse fenômeno não tem como ser combatido, mas podemos nos adaptar. Devido a isso, o trabalho apresentado analisou os resultados obtidos em laboratórios aos climas de cidades brasileiras e por isso, pode-se notar a grande influência do clima na cura do concreto.

Utilizando dos dados climáticos das cidades, pode-se notar que o concreto colocado na caixa de alta umidade teria uma boa resistência se curado em Curitiba, pois nessa cidade a altitude é bem elevada e conseqüentemente, as temperaturas mais baixas além disso, teoricamente seu clima é subtropical úmido, ou seja, inverno frio e chuva o ano inteiro. Por Curitiba possuir chuvas regulares a umidade fica alta e pela falta de calor a água que circula no estado gasoso se mantem no ambiente, assim, mantendo o concreto constantemente em presença de água e por isso, não havendo uma grande evaporação permitindo a cura por um grande período que no final ocasionará uma maior resistência.

A caixa com os corpos de prova submersos, também possui a mesma propriedade do ambiente anterior, a alta umidade. Nesse caso, a cura do concreto foi hipoteticamente realizada em Rio Branco. O concreto nesse ambiente também teria uma boa cura, melhor ainda do que o mesmo na situação anterior, visto que essa cidade a precipitação de chuvas anual é de 2.000mm, ou seja, possui alto índice pluviométrico o que contribui com alta umidade apesar de as temperaturas. A melhor época para a cura do concreto é no inverno, pois a umidade é maior e a temperatura é menor ocasionado o mesmo fato explicado no ambiente anterior.

Já nos ambientes de alta temperatura e baixa umidade, o que faz com que a cura não tenha uma boa resistência se expostos as cidades de Belo Horizonte e Rio de Janeiro é a menor umidade, apesar de a temperatura ser abaixo da média as duas cidades possuem uma grande circulação de ar seco o que prejudica a cura pelo fato de que o concreto não está em presença constante de água, e por isso não tem um período longo de cura.

A hipótese inicial tinha como ideia principal que os dois agentes influenciadores da qualidade do concreto, a temperatura e a umidade, trabalhavam de forma conjunta, travando influência tanto na resistência quanto na durabilidade. Com os resultados obtidos acima, a influência de ambos foi comprovada e demonstrada extremamente ativa na qualidade do material, mas com uma pequena diferença: elas influenciam de forma separada. Com os dados apresentados, se percebe que a Umidade tem influência direta na Resistência, enquanto que a temperatura influencia diretamente na Absorção (durabilidade) do concreto. De qualquer forma, atuando juntas ou separadas, fica mais evidente ainda que é extremamente necessário existir um controle de qualidade eficaz dentro das obras, com o intuito de potencializar ao máximo as características do concreto, evitando assim os inúmeros riscos e prejuízos possíveis.

Referências

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

_____. **NBR 9778**: argamassa e concreto endurecidos: determinação da absorção de água por imersão - Índice de vazios e massa específica. Rio de Janeiro, 2005.

_____. **NBR 5739**: concreto: ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 2007.

DUARTE, Alerandro Fononseca. Variabilidade e tendência das chuvas em Rio Branco, Acre, Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.20, n.1, 37-42, 2005.

HELENE, Paulo Roberto do Lago; TERZIAN, Paulo. **Manual de dosagem e controle do concreto**. São Paulo, Pini, 1987.

LIMA, Lorena Cavalcante; ZANELLA, Maria Elisa. A climatologia aplicada ao planejamento urbano e ambiental de Aquiraz/CE-BR. **Revista Geográfica de América Central**, Costa Rica, v. 1, p.1-13, 2011.

CURITIBA. Prefeitura Municipal de Curitiba. **Perfil de Curitiba**. Disponível em: <<http://www.curitiba.pr.gov.br/conteudo/perfil-da-cidade-de-curitiba/174>>. Acesso em: 21 mai. 2015.

BELO HORIZONTE. Prefeitura Municipal de Belo Horizonte. **Estatísticas e indicadores**. Disponível em: <<http://portalpbh.pbh.gov.br/pbh/ecp/comunidade.do?app=estatisticaseindicadores>> Acesso em 21 de maio. 2015.

SILVA, Andressa Varela da Rocha; DINIZ, Hugo Alessandro Almeida; RIBEIRO, Janiele Alves Eugênio. Influência do processo de cura em concreto convencional em seis idades. In: CONGRESSO NORTE NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO, 7, 2012, Tocantins.

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.

VALIN JR, Marcos de Oliveira., LIMA, Sandra Maria de. Influência do Procedimento de Cura na Resistência e Absorção de Concreto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO, 51., 2009, Curitiba. **Concretos para Infraestrutura Sustentável**. São Paulo: IBRACON, 2009.