***CONCRETO COMO MATERIAL DE CONSTRUÇÃO CIVIL:***



***CURA E RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO***

Autor Principal: Lucas Rian Sousa de Araújo

Coautor 1: Nicole Evan de Sousa Medeiros

Coautor 2: Gustavo Carvalho Sirqueira

Coautor 3: Wemerson Luan Cardoso de Melo

Coautor 4: Heyder de Souza Castro Oliveira

**RESUMO**

Este artigo trata-se de uma pesquisa bibliográfica, no qual estuda a resistência à compressão e durabilidade do concreto através de vários fatores, sendo a cura o principal deles. Foi discorrido sobre as características do cimento Portland para iniciar o processo de hidratação, em seguida processos para uma cura adequada para obtenção dos resultados almejados no projeto, em que existem a influência, por exemplo, da temperatura, compactação e etc. O objetivo desse artigo é contribuir de maneira positiva com informações sobre a cura adequada que, na maioria dos casos, é negligenciada. Foram utilizadas para o desenvolvimento do artigo em pauta, pesquisas bibliográficas baseadas em trabalhos científicos. A comparação dos mesmos serviu de embasamento para a conclusão sobre a extrema importância da etapa de cura do concreto para adquirir sua principal característica, a resistência, nas obras em que for utilizado.

**Palavras-Chave:** Concreto, cura, resistência, durabilidade, hidratação.

**INTRODUÇÃO**

O concreto teve sua origem na Roma antiga (2000 a. c) onde era utilizado para construção de estradas e aquedutos. Utilizava-se uma mistura de areia grossa e cascalhos misturados com cal quente e água. No entanto, historicamente o concreto que se utiliza hoje teve origem no ano de 1756, em que John Smeaton desenvolve uma mistura de agregado graúdo e cimento (INOVA CONCRETO, 2019).

O concreto constitui-se de um material composto por cimento, água e agregados, podendo ser acrescentado aditivos como a pozolana, incorporadores de ar, modificadores de pega, podendo assumir várias formas e denominações como: concreto simples, concreto armado (quando em contato com uma armadura é utilizado principalmente para a composição de lajes, pilares, etc.) e o concreto protendido. O concreto é o material de construção civil mais utilizado no mundo na ordem de 19 bilhões de toneladas métricas ao ano (METHA, MONTEIRO 2014), o que mostra sua grande influência na construção civil.

As estruturas de concreto são comuns em todos os países do mundo, caracterizando pela estrutura preponderante no Brasil. Comparada a estruturas com outros materiais, a disponibilidade dos materiais constituintes (concreto e aço) e a facilidade de aplicação, explicam a larga utilização das estruturas de concreto, nos mais variados tipos de construção, como edifícios de pavimentos, pontes e viadutos, reservatórios, barragens, pisos industriais, pavimentos rodoviários e de aeroportos, paredes de contenção, obras portuárias, canais, etc. (BASTOS, 2017).

Estão cada dia mais comuns problemas relacionados a cura e resistência do concreto que antes não eram observados como, fissuras nas alvenarias e problemas no revestimento em decorrência ao mecanismo utilizado que os materiais possuem para suportar as tensões que lhe são impostas. Problemas gerados muitas vezes pelo aumento da fluência e retração devido à velocidade de execução, redução do período de escoramento, gerado por construtoras que buscam destaque no mercado e desejam aumentar a velocidade de suas obras. A retirada do escoramento de maneira precoce submete a estrutura a carregamentos prematuros sem que haja tempo para todos os processos de hidratação do cimento, comprometendo a estrutura. A NBR 14931 indica que os escoramentos só podem ser removidos quando o concreto possuir resistência suficiente para resistir a ações que lhe serão impostas sem que se deforme. Assim, a norma recomenda o monitoramento gradual da resistência do concreto nas idades iniciais.

Para o melhor desempenho de estruturas de concreto, surge a necessidade de um conhecimento mais aprofundado da tecnologia dos materiais constituintes e do desempenho dessas estruturas com as corretas decisões nos procedimentos de cálculo, projeto e execução.

O tema para este artigo foi escolhido com base na larga utilização do concreto na construção civil e do crescente número de problemas relacionados a cura do mesmo, o que desperta curiosidades que interferem na sua vida útil.

**OBJETIVO**

O objetivo do presente artigo é examinar a grande influência da cura na resistência do concreto. Assim, explicando o que é a cura, seus processos, como ocorrem e como as reações de hidratação influenciam em sua resistência final.

**METODOLOGIA**

Para a elaboração do presente artigo foram utilizados livros, artigos científicos, dissertações, nas quais dizem respeito a influência da cura do concreto e suas características na presença da cura adequada, ou a falta dela. Entretanto, não foram empregados dados estatísticos como foco de análise, e sim uma série de leituras sobre o assunto analisadas cuidadosamente, estabelecendo correlações.

**RESULTADOS E DISCUSSÕES**

**CONCEITOS GERAIS:**

O concreto é um material resultante da aglomeração de agregados miúdos, graúdos e por uma pasta de cimento, eventualmente contendo aditivos (SOBRAL, 2000). Ele é formado através da mistura da água e do cimento, os quais desenvolvem um processo denominado hidratação e formam uma pasta que adere às partículas dos agregados. Como qualquer outro composto, a qualidade do concreto depende de materiais de boa qualidade afinal, resultam concretos de boa resistência, ao passo que, materiais de qualidade inferior dão concretos de menor resistência.

O concreto não é muito resistente por si só, uma vez que é bastante rígido e não apresenta ductilidade, como o aço, por exemplo. Além disso, é necessário bastante cuidado durante a fabricação, de modo que qualquer esforço pode fissura-lo devido sua elevada rigidez. Entretanto, ele apresenta suas vantagens, visto que ao contrário da madeira e do aço comum, o mesmo não perde resistência por corrosão e a apodrecimento e ainda se adapta muito bem a ambientes secos, com variações de temperaturas, úmidos ou imersos à água.

O concreto é um material composto que consiste essencialmente de um aglomerante, dentro do qual estão mergulhados os agregados (MEHTA e MONTEIRO, 1994).

O agregado é o material granular (areia, brita) dividido em duas categorias, o agregado graúdo, que caracteriza as partículas maiores que 4,8 mm (pedra britada, pedregulho, escória de alto forno) e o agregado miúdo referindo-se a partículas menores do que 4,8 mm (areia) (MEHTA e MONTEIRO, 1994). Os agregados desempenham papeis importantes no concreto, entre suas características estão resistência a retração, aumento da resistência ao desgaste, etc. (PETRUCCI, 1998).

O material aglomerante é o cimento, o qual, Segundo Petrucci (1998), por ser composto de silicatos e aluminatos de cálcio, em contato com água, hidratam-se e ao mesmo tempo que endurecem a massa, conferem a mesma resistência mecânica. O cimento é um material que sozinho não é aglomerante, todavia desenvolve propriedades ligantes quando em contato com a água, além de formar um produto resistente a mesma.

O cimento mais utilizado para confecção do concreto é conhecido como cimento Portland, que consiste essencialmente de silicatos e aluminatos de cálcio hidráulicos (MEHTA e MONTEIRO, 1994), os quais influenciam na maioria das propriedades físicas e mecânicas do concreto em estado endurecido, além de serem formados através do processo de hidratação.

No caso da análise química dos componentes do Cimento Portland, geralmente usam-se abreviações próprias para cada componente (PETRUCCI, 1998), como CaO (óxido de cálcio), SiO2 dióxido de silício), Fe2O3 (óxido de ferro III) e Al2O3 (óxido de alumínio). Estes formam os compostos principais constituintes do cimento Portland: silicato tricálcico (C3S), silicato dicálcico (C2S), aluminato tricálcico (C3A) e ferroaluminato tetracálcico (C4AF) (PETRUCCI, 1998).

O Processo de hidratação é o endurecimento do cimento devido a reação química entre o cimento e a água. Uma hidratação parcial do cimento pode acontecer devido à umidade do ar, mas, para que seja completa, o cimento deve ser misturado com uma quantidade suficiente de água. Esta taxa de mistura água/cimento (a/c) afeta a reologia (propriedade física que influencia o transporte de quantidade de movimento na mistura), o progresso da hidratação e ainda as propriedades do produto final.

Uma taxa a/c entre 0,3 e 0,6 apresenta uma pasta consistente e é chamada de pasta fresca de cimento. Esta pasta cura e endurece à medida que ocorre a hidratação e é convertida para uma pasta endurecida de cimento.

O termo “endurecimento” significa o desenvolvimento de dureza e re-sistência que segue a cura da pasta (ODLER, 2003).

Os elementos constituintes do cimento Portland são anidros (termo geral utilizado para designar uma substância de qualquer natureza que não contém, ou quase não contém, água na sua composição), todavia em contato com a água, reagem com ela, Segundo Petrucci (1998). Os silicatos são os principais responsáveis pela resistência, o C3S em idades iniciais e o C2S em idades maiores, enquanto o C3A dá início à pega (PETRUCCI, 1998). O papel do C4AF no desenvolvimento do cimento é discutível, mas, certamente, não é apreciável a sua contribuição, pois é muito nocivo.

Uma vez que os silicatos são responsáveis pela resistência, é extremamente importante que estes sofram as reações de hidratação. Para tanto, faz-se necessária a presença de água durante todo o processo (PETRUCCI, 1998).

Vale lembrar que a hidratação do cimento leva tempo e é preciso que as condições ambientais favoreçam as reações, este processo é conhecido como cura (PETRUCCI, 1998).

Uma das etapas importantes para se obter um concreto com excelente durabilidade e alta resistência é a execução de uma cura adequada. evitando que o concreto perca sua água de hidratação dos compostos presentes na pasta do cimento evitando patologias como, porosidade, alta permeabilidade, carbonatação, ocorrência de fissuração, etc. De acordo com o Programa de Educação Tutorial da Universidade Federal de Juiz de Fora (2012), além da perda de resistência do concreto, a ausência de uma cura adequada poderá trazer patologias como fissuras de retração, cuja ocorre quando a velocidade de evaporação é maior que a velocidade de exsudação (SARAIVA, 2018)

Cura é o procedimento provocado pelo processo de hidratação do concreto. Mehta e Monteiro (2008) definem a cura do concreto como os procedimentos destinados a promover a hidratação do cimento, consistindo no controle do tempo, temperatura e condições de umidade logo após o lançamento do concreto.

Uma das principais funções da cura é evitar que o concreto perca água para o ambiente e retraia abruptamente, o que acarreta o surgimento de fissuras (PINI, 2012). Além disso, ela é importante para garantir a resistência, durabilidade e desempenho do concreto.

A cura adequada, desempenha papel fundamental no processo de ganho de resistência, garantindo a hidratação dos compostos do cimento Portland e evitando a fissuração por retração nas primeiras idades (METHA, MONTEIRO, 2008). Uma cura eficiente envolve uma combinação de fatores como tempo, temperatura e umidade. A cura inapropriada provoca a redução significativa da resistência do concreto e durabilidade, devido a perda acentuada de umidade e aumento da temperatura (ISAIA et al, 2011). A perda de água pelo concreto, deixa vazios, elevando a porosidade. Em alguns casos, o concreto pode fissurar por retração que atuam como porta de acesso à agentes agressivos que podem degradar tanto o concreto, quanto sua armadura, quando este for armado, podendo levar a peça ao colapso, por causa da temperatura elevada das reações exotérmicas de hidratação (ISAIA et al, 2011).

No Brasil, devido sua grande extensão territorial, há diversos climas, consequentemente apresentando variadas taxas de umidade e temperaturas ambientes. Diante disso, não se pode adotar o mesmo tempo e frequência de cura para obras com temperatura e taxas de umidades diferentes. O ideal deve ser considerar a necessidade do local em que a obra está sendo executada, baseando-se nas condições climáticas e ambientais do local.

O termo “cura” significa que houve uma perda repentina de plasticidade da pasta original e sua conversão para material sólido com uma recém adquirida capacidade de se medir resistência.

Existem diversos tipos de cura para elementos estruturais de concreto: cura em câmara, cura úmida, cura submersa, cura química, cura normal (sem cura), cura à vapor e cura elétrica e cura térmica.

*CURA EM CÂMARA*

Deve-se manter a superfície do concreto úmida por meio de aplicação de água na sua superfície ou manter o concreto coberto com água ou totalmente imerso em água par evitar que ocorra evaporação da mesma.

*CURA ÚMIDA*

A cura úmida é o processo de cura que tem como objetivo manter a superfície do concreto sempre com água, com o objetivo de conservar a umidade evitando a perda de água constituinte do concreto. A temperatura da água é um fator importante, pois o concreto pode apresentar trincas devido à ocorrência de tensões térmicas.

Segundo Helene (2013), temos na maioria das grandes obras as seguintes curas úmidas: Represamento ou Imersão, borrifamento de água ou neblina de água, uso de revestimentos saturados que retenham umidade (mantas, cobertores etc.) e vedação da superfície concretada através da aplicação de manta de polietileno, papel impermeável, compostos formadores de membranas de cura.

Neville (2015) sugere a cura por molhagem, que consiste em embeber o concreto em água, logo sua superfície não seja mais danificada com o contato da água, e mantê-la por todo o período de cura. Esta pode ser alcançada por espalhamento contínuo ou inundação, formando um reservatório sobre o concreto.

*CURA SUBMERSA*

Trata-se do método de cura com água mais satisfatório, porém, menos utilizado. Consiste na imersão total, em água, da superfície do concreto, logo após seu adensamento (BAUER, 1991).

O alagamento é geralmente utilizado em lajes de concreto, tais como, piso de pontes, pavimentos, tetos planos ou em qualquer peça onde possa criar represamento de água, através de diques com argamassa, terra ou pelo emprego de material impermeável junto à borda da laje. A água da cura não deverá apresentar gradiente térmico superior a 11°C (mais fria), em relação ao do concreto, pois devido aos esforços provenientes da variação de temperatura, poderão ocorrer fissuras (BAUER, 1991).

*CURA QUÍMICA*

A cura química é realizada através do borrifamento de substâncias específicas sobre a superfície do concreto. Esse processo tem como objetivo criar uma película superficial selando o concreto. Algumas das substâncias que podem ser utilizadas são ceras, acrílicos, parafina, resinas, PVA (Poliacetato de Vinila), entre outros. O processo de cura química tem a sua atuação durante as primeiras idades do concreto ou argamassa, mantendo o interior do composto a água de hidratação (HELENE, 2013). Esse processo evita os efeitos de retração na secagem que contribuem com a formação de fissuras, sendo assim, o processo de cura favorece para o desenvolvimento perfeito das resistências mecânicas.

Consiste em aspergir um produto que forma uma película na superfície do concreto e que impede que haja evaporação da água do concreto;

Também chamada de cura com membrana, a cura química caracteriza-se pela utilização de emulsões aquosas de aspecto leitoso a base de hidrocarbonetos paraníficos, resinas sintéticas ou compostas que são aplicados ao concreto após a desforma ou quando desaparece a água livre da superfície (ANVAR, 2005).

Segundo Neville (1997), o momento ideal é aquele em que desaparece a água livre na superfície do concreto de modo que não se veja mais o brilho dessa água.

*CURA NORMAL (SEM CURA)*

Na cura ao ar do concreto não são tomados cuidados especiais para se evitar a evaporação prematura da água necessária para a hidratação do cimento. Neste caso, após concretados são expostas ao tempo sem nenhum tipo de cuidado ou proteção. No entanto, este procedimento pode trazer alguns efeitos danosos ao concreto, como problemas de fissura causados por retração (NEVILLE, 1997). Este método de cura é o mais simples e não demanda qualquer esforço.

*CURA À VAPOR*

A cura a vapor na qual as peças são submetidas a um ambiente de vapor de água à temperatura de 70° C, sob pressão ou não, favorece extremamente o rápido endurecimento do concreto, que atinge, após 1 dia de cura, resistências que podem ser parecidas com àquelas desenvolvidas aos 28 dias, quando for utilizada cura úmida normal. Nos processos de fabricação seriada de peças pré-moldadas, nos quais o fator tempo é premente, a cura a vapor sob pressão é bastante usual, resultando, em geral, produtos de alta qualidade (BAUER, 1991).

A cura a vapor ao mesmo tempo em que garante a umidade necessária ao concreto, acelera a velocidade de ganho de resistência pelo aquecimento.

Por estarem envolvidas pressões maiores do que a atmosférica, a câmara de cura deve ser do tipo câmara de pressão com entrada para vapor saturado; não se deve deixar o vapor superaquecido entrar em contato com o concreto porque poderia causar a secagem deste. Essa câmara é conhecida como autoclave e cura com vapor a alta pressão é conhecida como autoclavamento.

No campo do concreto, é normalmente aplicada em produtos pré-moldados, geralmente de pequeno porte, mas também para peças de treliças de pontes, feitos tanto com concreto normal como com concreto leve, quando se desejam algumas das características seguintes:

*CURA ELÉTRICA*

Consiste no tratamento térmico que se utiliza da eletricidade para aquecer a massa do concreto, se utiliza do efeito Joule para transmitir proporcionalmente o calor no interior na massa do concreto, transmitindo a energia a um elemento que ira funcionar como um eletrodo para transmissão de energia (NEVILLE, 1997 e VILAGUT, 1975).

*CURA TÉRMICA*

Feita em câmaras, contribui para a otimização do traço ao mesmo tempo em que garante a umidade necessária ao concreto, acelerando a velocidade de ganho de resistência pelo aquecimento. É considerada a cura mais eficiente e é muito utilizada em empresas que trabalham com concreto pré-moldado, pois reduzindo o tempo de cura permite a utilização das fôrmas, leitos de protensão e equipamentos de cura em intervalos mais frequentes, reduzindo as áreas de estocagem e permitindo colocar peças em serviço em um período menor ao que se teria se fosse utilizado um procedimento de cura convencional.

A cura térmica tem como objetivo acelerar o processo de cura obtendo uma resistência mecânica desejada mínima em um curto período de tempo, esse processo submete os elementos de concreto a altas temperaturas de forma programada (TECNOSIL, 2022).

Estas curas térmicas com utilização de vapor também são utilizadas para cura de concretos pré-moldados, onde a fabricação em escala exige resistências iniciais elevadas para o quanto antes encaminhar as peças a sua destinação (MEHTA e MONTEIRO, 1994).

**FATORES QUE INFLUENCIAM NO PROCESSO DE CURA**

Um dos fatores que influenciam no processo de cura do concreto é a umidade. Segundo Neville (2015), para prosseguimento da hidratação, o interior do concreto deve ser mantido a uma umidade relativa no mínimo igual a 80%. Com tal umidade relativa do ar, há pouca movimentação de água entre o concreto e o ambiente. Todavia tal afirmação só é válida se não houver interferências externas, como vento ou diferença de temperatura entre o ambiente e o concreto, e este não estiver exposto ao sol.

Outro fator que também influencia é atemperatura. Segundo Mehta e Monteiro (1994), se as temperaturas de lançamento e hidratação do concreto forem constantes, observa-se que até os 28 dias, quanto maior for a temperatura, mais rápida é a hidratação, todavia, menor será a resistência final.

Por outro lado, temperaturas baixas geram menores resistências até os 28 dias. Concretos curados a temperaturas de 0º C atingem cerca de metade da resistência de um concreto curado a 21º C, e temperaturas abaixo da de congelamento da água quase não desenvolvem resistência. Como as reações são lentas, os níveis de temperatura devem ser mantidos por tempo suficiente para proporcionar energia de ativação necessária (MEHTA e MONTEIRO, 1994). Há um paradoxo então entre as temperaturas ideais de cura, visto que temperaturas mais altas garantem melhor resistência inicial, contudo, menor será sua resistência em idades mais avançadas, enquanto há temperaturas mais baixas o processo é o inverso. Faz-se então necessário um equilíbrio de temperatura.

Por fim, o último fator que também influencia é o tempo, pois Segundo Petrucci (1998), 90% do calor é liberado aos 28 dias, atingindo-se cerca de 50% aos 3 dias de idade. Em outras palavras, 90% das reações de hidratação do C2S concluem-se apenas aos 28 dias.

**CONCLUSÃO**

Diante do que foi pesquisado, é possível compreender a importância do concreto na construção civil, acompanhado de uma cura ideal para desempenhar as funções que lhe serão impostas. O que influencia diretamente na sua vida útil que depende de alguns fatores além da cura como a compactação, materiais utilizados, cobrimento da armadura no concreto armado e o meio no qual o concreto está sendo utilizado, onde a temperatura influencia diretamente.

Apesar da existência de normas que regulamentam critérios para a adequada execução da obra e do concreto, nem sempre são seguidas como deveriam para gerarem os melhores resultados. Logo, existem fatores que interferem negativamente não contribuindo para o seguimento das normas como, a alta temperatura que geralmente provoca fissuras por retração no concreto por conta da evaporação da água. Como também o agente humano pois, na conjuntura brasileira, geralmente a construção civil possui baixas instruções, com isso pouco se preocupam com a cura adequada e os demais fatores que influenciam na resistência e durabilidade do concreto.

O método de cura deve ser analisado para cada projeto e suas particularidades. Após os levantamentos bibliográficos tendo como referência trabalhos científicos sobre o tema, é possível concluir que a cura é fundamental para se obter com sucesso as principais características do concreto, resistência e durabilidade, que o tornam propícios para ser usado como material estrutural.

**REFERÊNCIAS**

AMANCIO COSTA JUNIOR, Edimilson; CALADO MENDONÇA, Fernanda. INFLUÊNCIA DA CURA NA RESISTÊNCIA DO CONCRETO. Faculdade Internacional da Paraíba – FPB. Disponível em: [https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/30876/1/ARTIGO%20%20Influencia%20da%20Cura%20na%20Resist%C3%AAncia%20do%20Concreto.pdf](https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/30876/1/ARTIGO%20%20Influencia%20da%20Cura%20na%20Resistência%20do%20Concreto.pdf).

ANTÔNIO SANTOS COUTO, José et al. O CONCRETO COMO MATERIAL DE CONSTRUÇÃO. Cadernos de Graduação, Ciências exatas e tecnológicas, Sergipe, 2013. Disponível em: <file:///C:/Users/USER/AppData/Local/Microsoft/Windows/INetCache/IE/4DCGVKQB/552-Texto%20do%20artigo-3674-1-10-20131029[1].pdf>.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5738: Concreto – Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova. Rio de Janeiro, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7212: Execução de concreto dosado em central - Procedimento., 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14931. Execução de estruturas de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro, 2004

BASTOS, Paulo Sérgio dos Santos. Fundamentos do concreto armado. Bauru: Unesp, 2017.

BAUER, L. A. FALCÃO. A Cura Do Concreto: Métodos e Materiais . Boletim nº 32, São Paulo, 1991, 33 p.

CASTRO, V. G. Cimento Portland. In: Compósitos madeira-cimento: um produto sustentável para o Futuro [online]. Mossoró: EdUFERSA, 2021, pp. 13-21. ISBN: 978-65-87108-26-1.

Hidratação do Cimento. Mapa da Obra, 24 jan. 2018. Disponível em: https://www.mapadaobra.com.br/inovacao/hidratacao-do-cimento/. Acesso em 27 ago. 2023.

História do concreto: saiba mais sobre este material construtivo. Inova Concreto, 05 jun. 2019. Disponível em: <https://inovaconcreto.com.br/blog/historia-do-concreto/>.

MATTOS, Gustavo de et al. A Influência da Cura do Concreto na Resistência a Compressão Axial. Revista Eletrônica Multidisciplinar FACEAR. Disponível em: <file:///C:/Users/USER/AppData/Local/Microsoft/Windows/INetCache/IE/BELA8GYH/artigo%203[1].pdf>.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. Concreto: microestruturas, propriedades e materiais. 2. ed. São Paulo: Ibracon, 2014.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. – Concreto: estrutura, propriedade e materiais. São Paulo: Pini, 1994.

NEVILLE, A. M. – Propriedades do concreto. 5. ed.. – São Paulo: Bookman, 2015.

SZEREMETA, Andre; LOUREIRO DA SILVA, Nerycarlos. ESTUDO DA VARIAÇAO NA RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO DE CONCRETOS CONVENCIONAIS DEVIDO AOS DIFERENTES TIPOS DE CURA. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Curitiba, 2013. Disponível em: <file:///C:/Users/USER/AppData/Local/Microsoft/Windows/INetCache/IE/9M4Y6D8K/cura%20do%20concreto[1].pdf>.

VICTOR, João. Composição do Cimento Portland. Guia da Engenharia, 27 jun 2020. Disponível em: <https://www.guiadaengenharia.com/composicao-cimento-portland/>.