

INTERFERÊNCIA DA ÁGUA NA PRODUÇÃO DE CONCRETO NA REGIÃO LITORÂNEA DA CIDADE DE SÃO MATEUS (ES)

Deivison Souza Paixão¹, Morgana Gomes Chaves Lucas¹, Rita de Cassia Silva do Rosário¹, Lucas Fernandes da Silva Goltara²

¹ Acadêmicos de Engenharia Civil - Multivix São Mateus (ES)

² Engenheiro Civil/Especialista/Docente - Multivix São Mateus (ES)

RESUMO

O concreto é o material mais consumido no âmbito das construções, logo compreender os fatores que aumentam a sua qualidade tecnológica, é de extrema importância, evitando o surgimento de patologias ou colapsos em construções. A água é um dos componentes essenciais na elaboração de concretos, seja como seu constituinte ou como meio para facilitar as reações de cura, e suas características interferem diretamente no que tange a resistência à compressão, como por exemplo, águas com altas concentrações de sais minerais, ditas salobras, presentes em regiões litorâneas, exercem influência negativa sobre a resistência dos concretos elaborados a partir destas. Partindo deste pressuposto, o presente trabalho teve por objetivo analisar a influência da água da região litorânea da cidade de São Mateus, localizada no litoral norte do Espírito Santo, sobre os aspectos da resistência dos concretos, conforme procedimentos estabelecidos pela NBR 5738/2015 e 5739/2018. Foram produzidos o total de 54 corpos de prova utilizando-se água destilada e de quatro bairros da cidade, sendo um desses pertencente à região litorânea do município, com coletas de amostras no sistema de abastecimento urbano e de poço artesiano. Os ensaios mostraram que a água da região litorânea, bem como os demais bairros atenderam aos padrões estabelecidos pela norma NBR 15900/2009, apresentando no mínimo 90% da resistência à compressão de concretos produzidos tanto com a água do sistema de abastecimento SAAE, bem como aqueles produzidos com água destilada.

Palavras- Chave: resistência; água salobra; concreto; corpos de prova

ABSTRACT

Concrete is the most consumed material in construction, so understanding the factors that increase its technological quality is extremely important, avoiding the emergence of pathologies or collapses in constructions. Water is one of the essential components in the elaboration of concrete, either as a constituent or as a means to facilitate curing reactions, and its characteristics directly interfere with compressive strength, for example, waters with high concentrations of mineral salts, known as brackish, present in coastal regions, exert a negative influence on the strength of concretes made from them. Based on this assumption, the present study aimed to analyze the influence of water from the coastal region of the city of São Mateus, located on the northern coast of Espírito Santo, on the aspects of concrete strength, according to procedures established by NBR 5738/2015 and 5739/2018. A total of 54 test specimens were produced using distilled water from 4 neighborhoods in the city, one of which belongs to the coastal region of the municipality, with samples collected from the urban supply system and from an artesian well. The tests showed that the water from the coastal region, as well as from other neighborhoods, met the standards established by standard NBR 15900/2009, presenting at least 90% of the compressive strength of concrete produced with water from the SAAE supply system, as well as those produced with distilled water.

Keywords: resistance; brackish water; concrete; test specimens.

1 INTRODUÇÃO

Na construção civil, a água é um recurso amplamente utilizado em diversas etapas de construções residenciais, como em processos de curas, compactação de solos, limpezas, fabricação de materiais e em preparo de argamassas e concretos. A essa amplitude de utilizações, Fachim e Silva (2011, p. 97) atribuem ao fato da água ser um elemento que possui duas funções primordiais: de dissolver e de transportar materiais.

No que diz respeito ao preparo de concretos, a água é um fator de extrema importância, pois sua qualidade bem como sua relação frente aos demais materiais interferem diretamente nas propriedades finais e desejáveis do concreto, podendo estas resultarem em patologias futuras em obras residenciais.

Ribeiro Júnior (2015, p. 8) afirma que as impurezas presentes na água podem prejudicar tanto a pega do cimento quanto a resistência final deste, sendo recomendado a utilização de água potável. Além disso, Selegin (2013, p. 27) completa que “é tolerável apenas pequenas quantidades de impurezas, de modo que não apresentem efeitos danosos e aparentes ao concreto, sendo que estas prejudicam as reações de hidratação entre a água e os componentes do cimento”.

Apesar de o concreto ser o “material de construção mais consumido no planeta, o conhecimento e divulgação das práticas construtivas adequadas não acompanharam o crescimento da atividade de construção, ocasionando seguidos descuidos nas obras” (Lapa, 2008, p. 8). A preocupação com a qualidade de concretos, principalmente associadas à sua resistência tem sido cada vez mais frequente e de grande importância para evitar o aparecimento de patologias em construções.

Autores como Barboza e Bastos (2008), Rosa e Lopes (2016) e outros, tratam da importância de estudar e caracterizar as propriedades dos concretos elaborados em canteiros de obras de pequeno porte, principalmente relacionada à resistência à compressão. Além disso, ambos os autores ainda direcionaram seu objeto de estudo para obras existentes dentro de uma localidade trabalhada, a fim de apresentar resultados reais e factíveis, que possam ser utilizados para melhorias no processo construtivo dentro da região de estudo.

Em regiões litorâneas, como a cidade de São Mateus, localizada no norte do Estado do Espírito Santo, é comum a incidência de águas salobras, principalmente em épocas de estiagem, que a baixa vazão dos rios permite uma maior intrusão de volume de água do mar no rio, alterando as concentrações de sais na água, chegando estas aos pontos de captação das companhias de distribuição e tratamento de águas. Logo, a região está suscetível a qualidades de água com altos teores de sais minerais, que podem influenciar diretamente na resistência do concreto produzido a partir desta.

Além disso, a região por apresentar atrativos turísticos, em determinados períodos do ano, seus habitantes aumentam significativamente, demandando muito do sistema de abastecimento urbano, o que leva à população a fazer e utilizar a captação de água através de poços artesianos, que muitas vezes são perfurados ainda durante a construção das residências, sem regularização ou acompanhamento

de profissionais qualificados e fornecem água para as atividades no canteiro de obras.

Considerando que a água e seus componentes exercem influência sobre a resistência do concreto, pois a água utilizada no concreto “é responsável por ativar as reações químicas do aglomerante, e deve atender a certas qualidades, não podendo conter impurezas e ainda estar dentro dos parâmetros recomendados pelas normas técnicas a fim de que garantam a homogeneidade da mistura” (Paiva Filho, 2017, p. 22) e tendo o conhecimento da baixa qualidade da água da região litorânea da cidade de São Mateus, que pode apresenta-se uma grande concentração de sais, e da grande presença de poços artesianos irregulares, faz-se importante analisar e compreender os efeitos das águas existentes na cidade e sua influência sobre a resistência dos concretos.

Sendo assim, o presente estudo teve por objetivo geral compreender a influência da qualidade da água na resistência dos concretos, buscando responder a questão norteadora: A água da região litorânea da cidade de São Mateus exerce alguma influência sobre a resistência do concreto elaborada a partir desta? Além disso, como objetivos específicos buscou-se estabelecer um comparativo entre as resistências obtidas por águas captadas no sistema de tratamento de água da cidade e águas de poços artesianos para verificar se a mesma tem alguma influência a depender da procedência.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 CONCRETO E SUAS CARACTERÍSTICAS

Amplamente utilizado nas construções civis, o concreto tem um papel de extrema importância em construções. Podemos encontrá-lo em nossas “casas de alvenaria, em rodovias, em pontes, nos edifícios mais altos do mundo, em torres de resfriamento, em usinas hidrelétricas e nucleares, em obras de saneamento, até em plataformas de extração petrolífera móveis” (Pedroso, 2009, p. 14).

Segundo Mehta e Monteiro (2014), o uso generalizado do concreto está associado a três fatores, sendo estes a sua resistência à água, a facilidade de poder gerar elementos de várias formas e tamanhos e o seu custo, apresentando-se um material barato e prontamente disponível.

O concreto é um material composto de água, cimento e agregados (Carvalho e Figueiredo Filho, 2016, p. 19), “podem ou não serem acrescidos de aditivos, que juntos formam uma massa, em que suas características, como por exemplo sua resistência, serão resultados da interação de seus constituintes”.

Para a NBR 12655 (ABNT, 2022), pode-se ainda aferir que concreto é aquele fabricado de cimento Portland e que o mesmo ainda pode ser classificado pelo seu estado, local de preparo, pela sua massa específica e pela sua resistência. Para Neville e Brooks (2013, p. 2), “podemos ainda compreender o concreto como um material constituído por duas fases, sendo a primeira a pasta de cimento hidratada e a segunda seus agregados, e que suas propriedades serão regidas pelas suas fases e o contato entre elas”.

Segundo Almeida (2002, p. 3), para obtermos características desejáveis do concreto como boa resistência mecânica, durabilidade e impermeabilidade é necessário o “conhecimento dos fatores que atuam sobre a sua qualidade, como as propriedades dos materiais e suas quantidades, bem como uma correta manipulação e cuidados de hidratação durante a cura”.

2.2 MATERIAIS QUE COMPÕEM O CONCRETO

- Cimento Portland

Material sólido, como um pó fino, que se transforma em uma pasta na presença de água. Segundo a NBR 12655 (ABNT, 2022), o cimento Portland é um aglomerante hidráulico obtido pela moagem de clínquer e adicionado de uma ou mais formas de sulfato de cálcio, sendo permitido conforme normas específicas a adição de materiais pozolânicos, escórias, granuladas de alto forno e materiais carbonáticos. “As diferentes matérias-primas adicionadas ao clínquer permitem a fabricação dos variados tipos de cimento Portland disponíveis no mercado, alguns contendo materiais reativos (pozolanas) e outros inertes (fíleres)” (Borges et al., 2014, p. 155), como os cimentos CP I, CP II, CP III, CP IV, CP V.

- Os Agregados

Segundo a norma NBR 9935 (ABNT, 2011), agregados são materiais sem forma e volume definidos, inertes e adequados a produção de argamassa, podem ser do tipo natural ou artificial, sendo também classificados como agregados miúdos ou graúdos.

O agregado natural, como o próprio nome já faz referência, é aquele que se apresenta conforme encontrado na natureza, passando apenas por etapas de limpeza, trituração e/ou peneiragem para classificação, e a sua obtenção é através de “rochas fragmentadas pela ação do vento, das chuvas, das variações de temperatura, etc,” (Ribeiro, Pinto e Starling, 2006, p. 16), que ainda segundo os autores, são exemplos as areias e pedregulhos. Já os agregados artificiais são aqueles obtidos por processos que alterem as propriedades originais da matéria, como por exemplo a argila expandida.

Já para a classificação em miúdos ou graúdos, podemos associar seu tamanho, que de acordo com a norma NBR 7211 (ABNT, 2022), são aqueles que passam na peneira com malha de 4,75 mm e os que são retidos pela mesma, respectivamente. Como agregados miúdos pode-se citar as areias, já para os graúdos temos os pedregulhos ou britas. Além disso, os agregados “não devem conter substâncias de natureza e em quantidade que possam afetar a hidratação e o endurecimento do cimento, a proteção da armadura contra a corrosão, a durabilidade ou, quando for requerido, o aspecto visual externo do concreto” (ABNT, 2022)

- A Água

No âmbito das propriedades dos materiais, a água é um material de grande contribuição às características finais desejáveis em um concreto. É responsável por hidratar o cimento Portland, criando uma massa que possa ser trabalhada e moldada de acordo com sua necessidade. A norma NBR 15900 (ABNT, 2009) especifica quais os padrões e requisitos necessários para a água ser utilizada no preparo do concreto, bem como descreve os métodos de suas análises e amostragem.

É importante ressaltar, que para a água na confecção do concreto faz-se necessário realizar um controle sobre sua proporção em relação ao cimento presente na mistura, a fim de garantir um material com boa resistência, consistência, trabalhabilidade e com menor quantidade de espaços vazios. “Concretos com pouca água ficam secos e com difícil trabalhabilidade, mas a água em demasia favorece a trabalhabilidade em detrimento da resistência.” (Alves; Oliveira, 2021, p. 2).

Segundo Maciel et al. (2020) a tentativa de melhorar a consistência do concreto através da adição de água causa falhas como a perda de resistência do concreto. Nessa perspectiva, é importante respeitar as medidas não só da adição de água, mas de todos os componentes do concreto para alcançar a resistência desejada.

Mas não só a sua relação em proporção, a água exerce atribuições ao concreto tendo como base a sua composição e propriedades. Segundo a NBR 15900 (ABNT, 2009), a água adequada para uso em concreto deve ser potável, mas pode-se utilizar também águas de fontes subterrâneas, pluviais e residuais, desde que seus ensaios atendam aos requisitos, e e na dúvida de seus parâmetros, Almeida (2012, p. 28) afirma que se deve realizar “ensaios principalmente relacionados à pega do concreto fresco e a resistência à compressão”.

- Os Aditivos

Os aditivos em geral são substâncias que têm a finalidade de melhoria de alguma qualidade no concreto. Podem ou não ser adicionados ao mesmo, a depender das características que desejam se estabelecer. “A proporção entre os diversos constituintes é buscada pela tecnologia do concreto, para atender simultaneamente as propriedades mecânicas, físicas e de durabilidade requeridas para o concreto” (Helene; Andrade, 2007, p. 920). Para sua utilização, devem estar em conformidade com a NBR 11768 (ABNT, 2019) e como exemplo de aditivos temos os retardadores de pega, os plastificantes, os aceleradores de cura, os impermeabilizantes, etc.

2.3 RESISTÊNCIA DO CONCRETO

As características mecânicas do concreto são objetos de estudo de diversos pesquisadores. “Tais características são as principais responsáveis pela durabilidade do concreto utilizado nas estruturas, por isso é válido afirmar que um concreto de qualidade evita manutenções feitas por desgaste ou deterioração precoce das estruturas” (Teixeira; Andrade; Bonifácio, 2015, p. 635). Entre as propriedades mecânicas do concreto podemos citar a resistência à tração e compressão e o módulo de elasticidade.

O concreto é um material de grande importância na construção civil, tendo em vista a sua versatilidade pela ampla utilização nos canteiros de obras, além de sua durabilidade. Segundo Almeida (2002, p. 3), para se obter um concreto resistente, durável e de bom aspecto, deve-se “compreender as propriedades de cada um dos materiais que o compõem, suas propriedades e os fatores que podem afetá-las, a proporção correta dos componentes e execução de suas misturas, bem como a forma de executar o controle do concreto durante e após o seu endurecimento”. “Para conseguir as condições ótimas de resistência e operacionalidade do concreto, o cimento, o agregado fino (areia) e o agregado grosso (brita) e a água devem ser acrescentados nas proporções corretas” (Almeida, 2012, p. 38).

O concreto é um material bastante heterogêneo, já que é composto da mistura de diversos outros materiais bastante diferentes entre si. Uma de suas características mais importante é a resistência a compressão (Pereira, 2008, p. 15), mas além desta temos também questões relacionadas a “consistência e trabalhabilidade, retração, deformações, módulo de elasticidades, sua durabilidade e permeabilidade”.

Segundo Neville (2016, p. 285), “a resistência nos fornece a ideia geral da qualidade do concreto, uma vez que está relacionada à estrutura da pasta de cimento hidratada e que é um elemento fundamental em projetos estruturais para fins de controle”. Nos concretos, a resistência à compressão simples é definida “como a tensão última aplicada ao corpo-de-prova que provoca a desagregação do material que o compõe, que se dá pela ruptura da matriz da pasta de cimento” (Almeida, 2012, p. 45). Ou seja, a resistência do concreto pode ser determinada através de ensaios em laboratórios, a partir do rompimento de corpos de prova, além

disso, os constituintes para elaboração destes e cuidados da produção serão fundamentais e estritamente relacionados aos resultados finais desejados.

“O ensaio de resistência à compressão para avaliação dos concretos é um dos mais utilizados devido à sua facilidade de realização, pelo seu custo relativamente baixo e pela possibilidade de correlação com outras propriedades do concreto” (Bezerra, 2007, p. 27). Além disso, acredita-se que muitas propriedades do concreto, como módulo de elasticidade, estanqueidade ou impermeabilidade, e resistência a intempéries, incluindo sulfatos, estão ligadas à resistência e, por isso, podem ser abatidas a partir de seus dados (Mehta; Monteiro, 2014)

Para verificar a resistência do concreto, existem várias formas, podendo ser através de ensaios ou *in loco*, que segundo Martins e Maia Filho (2015), para este, os clássicos são para a verificação do Fck através da extração de testemunhos da estrutura, a utilização do esclerômetro do tipo Schmidt ou de ondas ultrassônicas. Já para a determinação da resistência através dos ensaios, faz-se necessário a confecção de corpos de provas, cujo preparo, tempo de cura e condução para o rompimento são especificados por normas técnicas.

Segundo a norma NBR 5738 (ABNT, 2015), que prescreve o procedimento para moldagem dos corpos de prova de concreto, estabelece que para moldes cilíndricos existem diâmetros padronizados de 10cm, 15cm, 20cm, 25cm, 30cm ou 45cm, e que a altura dos moldes deve ser o dobro do diâmetro, logo essas dimensões precisam ser respeitadas no momento de confecção dos corpos de provas.

Já para a cura do concreto, NBR 5738 (ABNT, 2015) especifica que os corpos de prova devem ser armazenados imersos em água saturada de cal ou em câmara úmida até o momento do ensaio. Além disso, para ensaios de compressão, o mesmo deve ser realizado aos 28 dias de cura, o que é considerado um tempo para um índice geral de sua resistência, sendo possível determinar se o concreto está ou não dentro dos parâmetros desejados segundo projetos.

2.4 RESISTÊNCIA DO CONCRETO À COMPRESSÃO E A ÁGUA DE AMASSAMENTO DA CIDADE DE SÃO MATEUS (ES)

Segundo Andolfato (2002, p. 7), “a mistura do cimento com a água produz ligações químicas que resultam em uma pasta que possui características ligantes e que promovem a junção dos agregados em uma massa sólida ao endurecer”. Esta por sua vez denominada de concreto tem sua resistência mecânica, para um mesmo cimento, “influenciada por vários fatores, tais como: granulometria, resistência dos agregados, tipo de cimento, relação água/cimento, tipo de sollicitação, velocidade do carregamento, idade do concreto, formas e dimensões do corpo de prova” (Almeida, 2002, p. 51), sendo que desta avaliação pode-se considerar que a relação água/cimento, é um dos fatores mais determinantes. A adição de água além do necessário pode aumentar a porosidade do concreto e conseqüentemente diminuir sua resistência. O fator água-cimento é dado pela relação em peso da água com o peso do cimento, que varia de 0,3 e 0,6, sendo que quanto menor for o teor de água, maior será a resistência do concreto.

Segundo a norma NBR 6118 (ABNT, 2014), existe uma forte correspondência entre a relação água/cimento e a resistência a compressão, permitindo que no intuito de melhor durabilidade das estruturas, as mesmas possam seguir suas recomendações e proporções apresentadas segundo as classes de agressividade ambiental e do tipo de concreto a ser confeccionado. Com relação à resistência, Lima *et al.* afirmam que:

Existem três classes básicas de classificação em relação ao concreto, obtidas por meio de dosagens da mistura, também, chamados de traços. Há o concreto de densidade normal, concreto leve, pesado. Os concretos podem ser, também, classificados em relação à sua resistência, são eles: Concreto de baixa resistência, que tem menos de 20 MPa (não adequado à finalidade estrutural), o concreto de resistência normal de resistência de 20 a 50 MPa e, também, o concreto de alta resistência de 50 MPa.

No que diz respeito à água, não só suas quantidades, mas a sua qualidade faz-se determinante na qualidade do concreto, esta precisa atender critérios, que segundo Senna *et al.* (2003, p. 170) “podem influenciar negativamente a durabilidade e resistência mecânica”.

Mehta e Monteiro (2014) ainda complementam que a presença de impurezas na água de amassamento pode afetar também o tempo de pega, favorecer a ocorrência de eflorescência e da corrosão da armadura quando presente. Existem parâmetros que devem ser respeitados com relação aos constituintes das águas que estão aptas a serem utilizadas na elaboração de concretos.

Atualmente, a norma em vigor é NBR 15900 (ABNT, 2009), que afirma que a água para o uso na elaboração de concretos necessita estar em conformidade com suas exigências, não ultrapassando seus limites estabelecidos com relação a suas propriedades químicas, como por exemplo, a constituição em cloretos, sulfatos, álcalis e outras contaminações que podem ser prejudiciais, mas também estar em conformidade com as exigências de tempo de pega e resistência à compressão.

Segundo Lapa (2008), desequilíbrios na água de amassamento com relação a quantidade de sulfatos podem causar tensões capazes de fissurar o concreto, bem como a concentração de íons cloreto além do permitido, podem auxiliar no processo de corrosão em armaduras em concreto armado.

O Rio São Mateus, responsável pelo abastecimento da cidade de São Mateus, fica localizado na região Norte do estado do Espírito Santo. Segundo a AGERH (2018), ele é formado pela junção de dois rios, que deságuam no oceano Atlântico no município de Conceição da Barra, sendo que sua bacia conta com uma precipitação anual de 1.150 mm/ano, possuindo uma baixa incidência de chuvas ocasionadas pelas características de semiárido na região.

Em períodos de seca, compreendido entre os meses de abril a setembro a sua vazão é significativamente reduzida. Isto permite “o avanço da intrusão salina (IS), de água marinha, pelo estuário ao ponto de comprometer a qualidade da água captada para abastecimento público” (Cotta et al., 2021 p. 55), localizada a 40 km de sua foz, tornando a mais salobra do que o convencional e com uma alta concentração de cloretos.

Tendo em vista a escassez de água nos períodos de seca e a contaminação do abastecimento público pela água marinha, na região é comum a exploração de aquíferos subterrâneos através de poços artesianos, que se torna uma solução viável aos períodos em que as águas locais ficam precárias para o consumo.

Segundo Fitts (2015), às águas subterrâneas sempre será um recurso hídrico indispensável e fundamental, haja vista que em algumas localidades é a única fonte de água doce disponível. Logo, os poços artesianos são um recurso muito utilizado em várias regiões da cidade de São Mateus, no estado do Espírito Santo.

3 METODOLOGIA

De forma a analisar os resultados obtidos com os concretos realizados com diferentes águas coletadas, o presente trabalho compreendeu uma pesquisa de natureza aplicada, tendo em vista que seu objetivo é produzir resultados que possam contribuir para o aprimoramento de tecnologias de fabricação de concreto na cidade de São Mateus, com o uso de procedimentos laboratoriais e bibliográficos, com base em estudos de diversos autores sobre a influência da água na resistência de concreto. Possui também objetivos exploratórios e abordagem do tipo quali-quantitativa, propondo a interpretação dos dados obtidos para melhor compreensão dos resultados.

Para análise da resistência do concreto com base na água utilizada, utilizou-se dos seguintes procedimentos: coleta das amostras de água, preparo dos corpos de prova e rompimento dos corpos de prova.

As coletas das amostras de água ocorreram em quatro Bairros da cidade de São Mateus, sendo o Bairro de Guriri representando a região litorânea e os demais Santo Antônio, Morada do Ribeirão e Litorâneo. Foram coletadas uma amostra de fonte subterrânea, sendo esta oriunda de poço artesiano, e uma amostra do sistema de tratamento de água SAAE, totalizando 20 litros em cada captação, que foram acondicionadas em recipientes plásticos retornáveis e levadas para o laboratório de Engenharia Civil da Faculdade Multivix São Mateus para as análises.

Com os componentes do concreto em laboratório, foram fabricados o total de 54 corpos de prova, sendo 12 corpos de prova para cada bairro amostrado, subdivididos em seis amostras para água de amassamento proveniente do abastecimento pelo SAAE e 6 amostras provenientes de poço artesiano, além de 6 amostras com utilização de água destilada.

O preparo dos moldes foram segundo as especificações da NBR 5738 (ABNT, 2015), em moldes cilíndricos, com 20 cm de altura e 10 cm de diâmetro, colocados por uma concha de seção U em 2 camadas e com adensamento através de 12 golpes com haste metálica em cada, seguida do rasamento.

A preparação das amostras de concreto foram realizadas de acordo com a NBR 16886 (ABNT, 2020), objetivando a obtenção de f_{cK} de 25 MPa, com traço de 1:2:2,5:0,5, sendo o cimento CP III da marca Nassau, areia branca fina, brita 01 e águas amostradas, respectivamente. Com exceção da água, demais materiais foram adquiridos em lojas de materiais de construção do próprio mercado local da cidade.

A mistura do concreto foi realizada em betoneira do próprio laboratório, até a completa homogeneização, seguindo a ordem de adição dos materiais: pedra, água, cimento e areia. Em seguida, o concreto foi colocado nos moldes, que foram identificados e armazenados em local protegido por 24h, quando ocorreu os desenformes. Após o desenforme, para cada tipo de amostra, três corpos de prova foram colocados em cura úmida, em baldes contendo solução saturada de cal virgem, conforme especificações técnicas, e as outras três amostras permaneceram em ambiente.

Para a realização do rompimento dos corpos de prova, aguardou-se 28 dias de cura, onde os mesmos foram submetidos ao teste de compressão segundo as especificações da NBR 5739 (ABNT, 2018) com exceção à prática de regularidade das superfícies dos corpos de prova antes da aplicação da carga, que não foi possível de ser realizada pela falta do equipamento necessário no laboratório. Para aqueles que estavam submersos, os mesmos foram retirados da água com uma hora de antecedência aos testes. Os 54 corpos de prova foram testados quanto à resistência à compressão através do equipamento de prensa hidráulica manual, que foram submetidos a uma carga manual continua até o seu rompimento, sendo identificado pelo aparelho a carga máxima recebida pela amostra em unidades de Toneladas Força (Tf). De posse dos picos máximos de força necessários para romper cada corpo de prova, os resultados foram quantificados, convertidos para Mega Pascal (MPa) e analisados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para os ensaios de compressão realizados aos 28 dias de cura dos corpos de prova, as tabelas abaixo apresentam os resultados de resistência obtidos através do rompimento das amostras.

A Tabela 1 referente às amostras que ficaram submersas em solução saturada com hidróxido de cálcio e a Tabela 2 às amostras que ficaram expostas ao ambiente. Para cada bairro que teve sua água amostrada, as análises foram realizadas em triplicata, e suas médias estão indicadas na Tabela 3:

Tabela 1 - Resultados dos ensaios de resistência à compressão dos corpos de prova submersos

CONDIÇÃO PADRÃO - SUBMERSO				
AMOSTRAS	SAAE		POÇO	
	ENSAIO (Tf)	RESISTÊNCIA (MPa)	ENSAIO (Tf)	RESISTÊNCIA (MPa)
Guriri 1	23,12	28,87	22,66	28,29
Guriri 2	22,71	28,36	23,13	28,88
Guriri 3	24,70	30,84	20,45	25,53
Santo Antônio 1	19,78	24,70	21,62	27,00
Santo Antônio 2	24,39	30,45	21,18	26,45
Santo Antônio 3	22,16	27,67	18,29	22,84
Morada do Ribeirão 1	20,34	25,40	21,75	27,16
Morada do Ribeirão 2	18,59	23,21	22,58	28,19
Morada do Ribeirão 3	20,39	25,46	22,21	27,73
Litorâneo 1	20,33	25,38	18,93	23,64
Litorâneo 2	22,52	28,12	19,74	24,65
Litorâneo 3	14,36	17,93	17,74	22,15

Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 2 - Resultados dos ensaios de resistência à compressão dos corpos de prova em condições ambiente

CONDIÇÃO AMBIENTE				
AMOSTRAS	SAAE		POÇO	
	ENSAIO (Tf)	RESISTÊNCIA (MPa)	ENSAIO (Tf)	RESISTÊNCIA (MPa)
Guriri 1	17,5	21,85	14,62	18,25
Guriri 2	14,32	17,88	16,3	20,35
Guriri 3	14,34	17,91	14,62	18,25
Santo Antônio 1	13,73	17,14	10,68	13,34
Santo Antônio 2	14,32	17,88	10,68	13,34
Santo Antônio 3	9,81	12,25	16,02	20,00
Morada do Ribeirão 1	11,8	14,73	14,84	18,53
Morada do Ribeirão 2	15,12	18,88	15,90	19,85
Morada do Ribeirão 3	14,56	18,18	15,15	18,92
Litorâneo 1	16,19	20,22	10,12	12,64
Litorâneo 2	14,06	17,56	10,64	13,29
Litorâneo 3	15,89	19,84	13,30	16,61

Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 3 - Médias dos resultados dos ensaios de resistência à compressão dos corpos de prova em condições ambiente e padrão.

AMOSTRAS	SAAE		POÇO	
	Condição Padrão	Condição Ambiente	Condição Padrão	Condição Ambiente
Guriri	29,35	19,21	27,57	18,95
Santo Antônio	27,61	19,20	25,43	15,56
Morada do Ribeirão	24,69	17,26	27,69	19,10
Litorâneo	23,81	15,76	23,48	14,18

Fonte: Elaborado pelos autores.

A partir dos resultados apresentados, tem-se que as resistências dos corpos de provas que ficaram submersos apresentaram maiores valores com relação aos corpos de provas que ficaram expostos ao ambiente, entretanto estes mantiveram suas relações de proporção em valores entre si. De fato, essa relação era esperada, tendo em vista que “os íons cálcio são os principais controladores da hidratação do cimento, gerando uma maior formação de C-S-H e que tal processo só acontece com a presença de cal hidratada em solução” (Nascimento; Silva, 2022, p.21).

Além disso, para alguns bairros, os valores de resistência à compressão ultrapassaram a resistência esperada de 25 MPA, que segundo Nascimento e Silva (2022, p.4), a cura por imersão garante até 30% mais resistência do concreto, diminuindo também as incidências de fissuras que comprometem a estrutura.

Com relação aos dados médios apresentados na Tabela 3 tem-se que as águas oriundas de poços artesianos, apresentaram valores abaixo dos encontrados de resistência comparado aos corpos de prova de controle, confeccionados com água de abastecimento da cidade, o SAAE, com exceção do bairro Morada do Ribeirão. A amostra coletada em poço neste bairro, trata-se de um poço regularizado e utilizado pela prefeitura municipal da cidade como um ponto de distribuição de água para a população, dessa forma, existe um cuidado e tratamento da água para torná-la potável. Para os demais poços captados, não existe esse mesmo tratamento.

Segundo Santos, Viana e Roriz (2021, p. 10), “vários fatores podem influenciar na qualidade das águas subterrâneas, pois a água infiltrada na terra, quando não filtrada o suficiente, chegam ao lençol freático, causando poluição da água”. Mazer e Xavier (2019, p. 2), ainda complementam que “a água pode agir como agente de deterioração, apresentando partículas capazes de promover a deterioração química de sólidos do concreto, tornando-se um potente inimigo”.

Entretanto, ainda que os valores de resistência apresentados pelos corpos de prova elaborados com água do poço sejam menores àqueles preparados pela água do SAAE, temos que as resistências obtidos com águas subterrâneas em sua maioria apresentaram-se maiores do que o valor esperado de resistência de 25 MPa, com exceção da água do bairro Litorâneo, que apresentou um valor de resistência 6% menor que o valor desejado.

Para os resultados obtidos para o bairro Guriri, região litorânea do município de São Mateus e objeto central deste estudo, tem-se que os concretos elaborados com a água de poço ultrapassou a resistência de referência, determinando assim, que a água da região litorânea dada a circunstância de período de coleta apresenta-se do ponto de vista da resistência à compressão do concreto adequada ao uso. Entretanto, como não foram realizadas análises físico-químicas para comparar os padrões das águas utilizadas não é possível afirmar tão precisamente sobre a qualidade da água da região, tendo em vista que segundo Romano (2004, p. 55), “experiências de concreto simples elaborados com água do mar tem apresentado resultados semelhantes àqueles elaborados com água doce padrão, divergindo-se levemente nas resistências finais destes”. No que tange a NBR 15900 (2009), a água salobra não é descartada para uso em elaboração de concretos, apenas existe a restrição para sua utilização em concreto não armado, mesmo assim devendo ser ensaiada previamente.

Tomando como parâmetro que a própria água de abastecimento público da cidade de São Mateus, em certos períodos e condições apresentam-se salobras por conta da intrusão da água salina nas áreas de captação da água do rio, o presente estudo também avaliou a resistência de corpos de prova elaborados a partir de água destilada ou deionizada, e os valores obtidos estão apresentados na Tabela 4:

Tabela 4: Resultado da resistência à compressão dos corpos de prova confeccionados com água destilada

	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Média
Resistência Condição Padrão	20,27	24,14	24,90	23,10
Resistência em Ambiente	14,70	10,31	14,07	13,03

Fonte: Elaborado pelos autores.

Tomando como base um comparativo entre os corpos de prova elaborados por água destilada (Tabela 4) e água do SAAE (Tabela 3), tem-se que a água do sistema de abastecimento, do ponto de vista da resistência do concreto apresenta-se dentro dos padrões desejados.

Segundo a NBR 15900 (ABNT, 2009), os corpos de prova preparados com a água de ensaios, devem alcançar pelo menos 90% da compressão média daqueles preparados com água destilada. Neste caso, os valores obtidos para a água do SAAE foram além da porcentagem estimada, ultrapassando seus valores. Estudos como Souza et al. (2018) e Borja (2017) também apresentaram tais resultados quando compararam resistência de concretos elaborados com água de poço e água destilada.

Costa (2017) em seu estudo de resistência também encontrou tal resultado e segundo o autor, a presença de íons na água exerce influência sobre a resistência dos corpos de prova, pois alguns compostos agem no processo de hidratação do cimento.

Ainda sobre a água do sistema de abastecimento público, SAAE, observa-se que existiu uma diferença significativa entre as médias dos corpos de prova elaborados com águas amostradas em diferentes bairros. A esse fator pode-se atribuir que durante o caminho percorrido pelas águas tratadas até os pontos de coleta pode haver algum tipo de contaminação.

Segundo Romano (2004, p. 57), “água contendo impurezas e que sejam utilizadas no amassamento do concreto podem vir a prejudicar sua reação com os compostos do cimento”. Além disso, também pode-se atribuir a presença de impurezas que sejam decorrentes de outros materiais como os agregados miúdos e graúdos utilizados para os experimentos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com os resultados obtidos no presente trabalho, conclui-se que a água da região litorânea da cidade de São Mateus-ES bem como dos demais bairros são viáveis do ponto de vista da resistência para a produção de concretos, apresentando valores adequados e aceitáveis. Entretanto, como as análises basearam-se apenas na determinação da resistência, não é possível afirmar se os seus parâmetros se encontram de fato adequados à utilização em qualquer natureza de concreto, uma vez que a presença de alguns sais minerais ou até mesmo de parâmetros de potabilidade de água, podem exercer influências significativas e/ou não serem adequadas ao uso.

Além disso, o desenvolvimento dos experimentos permitiu constatar a diferença existente entre as resistências dos corpos de prova elaborados com os mesmos constituintes, diferindo-se das águas utilizadas no amassamento dos 4 bairros amostrados, indicando que a qualidade da água exerce influência direta sobre a resistência. Vale ressaltar também que as análises de cura das amostras, sendo estas realizadas em solução saturada de hidróxido de sódio e em ambiente, exercem diferenças significativas entre as resistências obtidas, sendo maiores nos corpos de prova submersos, uma vez que a reação cura destes é mais uniforme e controlada.

Atribuindo-se um comparativo em relação às águas subterrâneas e do sistema de abastecimento urbano do município em geral, verifica-se a possibilidade de a qualidade da água tratada exercer influência sobre a resistência do concreto. Águas de poços apresentaram resistências menores do que os corpos de prova elaborados a partir das águas do SAAE, e a esse fator pode-se atribuir a presença de partículas, que embora não tenha sido o foco do presente trabalho a identificação e quantificação de parâmetros de qualidade das águas, sabe-se que impurezas ou

partículas como íons, exercem influência negativa na hidratação do cimento e conseqüentemente na sua resistência.

Sendo assim, com base nesta pesquisa, para melhores compreensões dos resultados obtidos e aprofundamento da temática, recomenda-se em estudos futuros, a análise das águas para verificação dos componentes contidos em cada uma, bem como a avaliação da curva de resistência dos concretos até chegar aos 28 dias cura, bem como a troca de agregados utilizados para constatar se exercem influências sobre os resultados.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA ESTADUAL DE RECURSOS HIDRICOS - AGERH. **Diagnóstico e Prognóstico das Condições de Uso da Água na Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus.** Disponível em:

http://agerh.es.gov.br/Media/agerh/Documentação%20CBHs/São%20Mateus/Plano%20de%20Bacia/REA_Diagnóstico%20Prognóstico_CBH%20SãoMateus.pdf . Acesso em: 17 jun. 2023.

ANDOLFATO, R. P. **Controle Tecnológico Básico do Concreto.** São Paulo: UNESP, 2002. Disponível em:

<http://www.feis.unesp.br/Home/departamentos/engenhariacivil/nepae/controle-tecnologico-basico-do-concreto.pdf>. Acesso em: 17 jun. 2023.

ALMEIDA, L. C. **Concreto:** Notas de aula da disciplina. Campinas: Universidade Estadual de Campinas. 2002. 24p. Disponível em: <http://www.fec.unicamp.br/~almeida/au405/Concreto.pdf> . Acesso em: 17 jun. 2023.

ALMEIDA, S. M. **Análise do módulo de elasticidade estático e dinâmico do concreto de cimento Portland através de ensaios de compressão simples e de frequência ressonante.** Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012. 213p. Disponível em: <http://repositorio.ufmg.br/handle/1843/ISMS-96DR6D>. Acesso em: 16 jun. 2023.

ALVES, H. R. S. R.; OLIVEIRA, M. P. Simulação de procedimentos de cura para avaliação da resistência á compressão de concreto de cimento Portland. **Ciência e Tecnologia**, Mossoró, 2021, 11 p. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/items/f841f09f-4764-496a-8769-ef1b9c18eb85/full>

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5738:** Concreto – Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova. Rio de Janeiro, 9p., 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5739**: Concreto – Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 9p., 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**: Projeto de estruturas de concreto - Procedimento. Rio de Janeiro, 238p., 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7211**: Agregado para concreto – requisitos. Rio de Janeiro, 10p., 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9935**: Agregados - Terminologia. Rio de Janeiro, 12p., 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11768**: Aditivos químicos para concreto de cimento Portland. Rio de Janeiro, 9p., 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12655**: Concreto de cimento Portland – Preparo, controle, recebimento e aceitação - Procedimento. Rio de Janeiro, 22p., 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15900**: Água para amassamento do concreto. Rio de Janeiro, 11p. 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16886**: Concreto - Amostragem de Concreto Fresco. Rio de Janeiro, 4p. 2020.

BARBOZA, M. R.; BASTOS, P. S. **Traços de Concreto para Obras de Pequeno Porte**. São Paulo, 2008. Disponível em: andrerodrigues.eng.br/wp-content/uploads/2020/07/Artigo-Tracos-Concreto-Paulo-Bastos.pdf. Acesso em: 18 jun. 2023

BEZERRA, A. C. S. **Influência das variáveis de ensaio nos resultados de resistência à compressão de concretos**: Uma análise experimental e computacional. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007. 151p. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1843/ISMS-74UPHH>. Acesso em: 17 jun. 2023

BORGES, P. H. R.; LOURENÇO, T. M. F.; FOUREAUX, A. F. S.; PACHECO, L. S. Estudo comparativo da análise de ciclo de vida de concretos geopoliméricos e de concretos à base de cimento Portland composto (CP II). **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 14, n. 2, p. 153-168, abr/jun. 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1678-86212014000200011>

BORJA, R. T. F. **Análise da viabilidade de produção de concreto com água de poço em região de escassez hídrica no curimataú oriental paraibano**. Trabalho de conclusão de curso - Universidade Estadual da Paraíba, Araruna, 2017. 24p. Disponível em: dspace.bc.uepb.edu.br/jspui/bitstream/123456789/14993/1/PDF-%20Rômulo%20Thomaz%20de%20Figueiredo%20Borja.pdf. Acesso em: 06 nov. 2023.

CARVALHO, R. C.; FIGUEIREDO FILHO, J. R. **Cálculo e Detalhamento de Estruturas de Concreto Armado segundo a NBR 6118:2014**, 4ª ed. São Carlos: Edufscar, 2016. 415p.

COTTA, A. J. B.; ANDRADE, R. P.; JESUS, H. C.; ALMEIDA, P. F. P. Dimensionamento de Barragem para o Abastecimento de São Mateus-ES. **Coleção Desafios das Engenharias: Engenharia Sanitária: Engenharia Sanitária 2**, Editora Atena, 2021. p. 55-65. Disponível em: <https://www.gazetaonline.com.br/noticias/norte/2017/04/aumento-de-salinizacao-de-a-gua-compromete-abastecimento-em-sao-mateus-1014049120.html>. Acesso em: 16 jun. 2023.

COSTA, J. O. **Viabilidade técnica de água de chuva coletada de telhados para uso nos processos de preparo do concreto**. Trabalho de conclusão de curso - Universidade Tecnológica do Paraná, Campo Mourão, 2017. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/6410/1/aguachuvapreparoconcreto.pdf>. Acesso em: 06 nov. 2023.

FITTS, C. **Águas Subterrâneas**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595154421/> Acesso em: 04 nov. 2023.

FACHIM, Z.; SILVA, D. M. da S. **Acesso à água potável: Direito fundamental de sexta dimensão**. Campinas: Millennium, 2011. 97p.

HELENE, P.; ANDRADE, T. Concreto de cimento Portland. In. **Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais**. São Paulo, 2007. p.905-944.

LAPA, S. J. **Patologia, recuperação e reparo das estruturas de concreto**. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Departamento de Engenharia de Materiais e Construção, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008. 56p. Disponível em: <http://docente.ifrn.edu.br/valtencirgomes/disciplinas/patologia-e-rec-de-estrutura/patologia-e-recuperacao-de-estrutura-monografia>. Acesso em: 17 jun. 2023.

MAZER, W.; XAVIER, M. Impactos da utilização de água contaminada por matéria orgânica na produção de concreto. **Revista Técnico-Científica do CREA-PR**, Paraná, nº 19, p. 1-18, jul/2019. Disponível em: <https://revistatecie.crea-pr.org.br/index.php/revista/article/view/577/367>. Acesso em: 06 nov. 2023.

MACIEL, L.D.; COELHO, A.R.; PEREIRA, H.R.S. Estudo das propriedades do concreto convencional com aditivo ou adição de água para correção de consistência. **Revista Matéria**, Rio de Janeiro, v.25, n.4, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1517-707620200004.1211>. Acesso em: 01 dez. 2023

MARTINS, A. S. F. S.; MAIA FILHO, H. M. Verificação da resistência do concreto in loco: métodos de ensaio mais usuais. **Vetor**, Rio Grande, v. 25, n. 2, p. 25-40, 2015. Disponível em: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/103903699/4205-libre.pdf?1688133474=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DVerificacao_da_resistencia_do_concreto_i.pdf&Expires=1701618031&Signature=KseRGLdF08lkzBhtasJ1O3qXANCQsTIMUjn~oKQPgfbOxXnLSj0U7CZiSm3~AWzhpSwwhX9UjCpmjyqjOmnqVIDr7GJdys99STq6ZUKZ9AtG5Gc66-0OMmW-idQuC7AHXFbAzO1iqPSx0MOtnzQeJh1s8g9otqUCNsDulF0Hkgj-c2MS96ImRq6Oacp9HlrU-FEKYNzpC-mf-OApBiTnUOU~SvzdcijmSXA5fy-x3gAvPmq2TXYXhRnOI5yHm4Synh1HE5IEkWb98cvCKFknnnHSbfPIaXJZFhe4uW2vyxyE4RI9HzMbduuky2H0OFT-VCgCr1JOMBSvlpeNFSDOfA___&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA. Acesso em: 03 dez. 2023.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. **Concreto: microestrutura, propriedades e materiais**. 2. ed. São Paulo: Ibracon, 2014. 782p.

NASCIMENTO, E. R. S.; SILVA, W. C. A ação da cal hidratada na cura por imersão e a sua influência no ganho de resistência à compressão em um concreto convencional. **Revista FATEC de Tecnologia e Ciências**, v. 7, n. 1, p.1-23, fev/2023. Disponível em: <https://www.fatecba.edu.br/revista-eletronica/index.php/rftc/issue/view/9/13>. Acesso em: 06 nov. 2023.

NEVILLE, A. M.; BROOKS, J. J. **Tecnologia do Concreto**. 2ª edição. Porto Alegre: Bookman, 2013. 468p.

NEVILLE, A. M.; **Propriedades do concreto**. 5ª edição. Porto Alegre: Bookman, 2016. 841p.

PAIVA FILHO, J. C. **Análise da resistência à compressão e consistência de concreto produzido com brita calcária e aditivo plastificante**. Trabalho de conclusão de curso - Universidade Federal Rural do Semi- Árido, Mossoró, 2017. 66p.

PEDROSO, F. L. Concreto: o material mais utilizado no mundo. **Revista Concreto e Construções IBRACON Versão Online**, São Paulo, n.53, p.14-19, mar./2009. Disponível em: http://ibracon.org.br/publicacoes/revistas_ibracon/rev_construcao/pdf/Revista_Concreto_53.pdf. Acesso em: 17 jun. 2023.

PEREIRA, M. S. **Controle da resistência do concreto: paradigmas e variabilidades: Estudo de caso**. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil) - Universidade de Brasília, Brasília, 2008. 248p.

RIBEIRO, C. C.; PINTO, J. D. S.; STARLING, T. **Materiais de Construção Civil**. 2ª ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2006.

RIBEIRO JUNIOR, E. Propriedades dos materiais constituintes do concreto. **Revista On-line IPOG Especialize**, Goiânia, v. 1, n. 10, dez./2015.

ROMANO, C. **Apostila de tecnologia do concreto**. Paraná, 2004. 102p. Disponível em: site.ufvjm.edu.br/icet/files/2013/04/Concreto-02.pdf. Acesso em: 06 nov. 2023.

ROSA, F. A.; LOPES, A. A. Análise de resistência a compressão e características do concreto produzido em obras de pequeno porte na região norte da cidade de Maringá-PR. **Revista UNINGÁ Review**. Maringá, v. 28, n. 3, p.69-77, out-dez/2016. Disponível em: <http://revista.uninga.br/uningareviews/article/view/1892/1490>. Acesso em: 16 jun. 2023.

SANTOS, D. M; VIANA, W. J. R.; RORIZ, P. J. M. **Estudo de caso: utilização de poços artesianos como fonte de abastecimento, para construção de casas unifamiliares de alto padrão, em condomínios horizontais**. Trabalho de conclusão de curso - Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia 2021. 19p. Disponível em: <https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/handle/123456789/3498>. Acesso em: 06 nov. 2023.

SELEGIN, C. H. **Análise quantitativa e qualitativa da conformidade do concreto estrutural: Um estudo de caso em obras de Caruaru-PE**. Trabalho de conclusão de curso – Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru, 2013, 143p. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/39323>. Acesso em: 17 jun. 2023

SENNA, D.O.; SOUZA, L.R.M.V.; SILVA, F. G. S.; COSTA, E. A. L. **Análise da influência das diferentes águas de amassamento utilizadas na produção de argamassas inorgânicas de revestimento de paredes e tetos produzidas na cidade de Feira de Santana-BA**. IN: Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas, 5º, 2003, São Paulo. Anais... São Paulo, 2003. p.169-180. Disponível em: <http://www.gtargamassas.org.br/eventos/category/5-v-sbta-2003>. Acesso em: 17 jun. 2023.

SOUZA, J. G.; ALVES, R. P.; SILVA, D. C.; CAMPOS, D. B. C. C. **Análise das condições das águas de poços freáticos, de cidade no semiárido brasileiro, utilizadas como água de amassamento na produção local de concreto e argamassa**. Anais CONADIS - Congresso nacional da Diversidade do Semiárido. Campina Grande: Realize Editora, 2018. Disponível em: <<https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/50522>>. Acesso em: 06 nov. 2023.

TEIXEIRA, R. F.; ANDRADE, P. C. R.; BONIFÁCIO, E. D. Análise estatística da resistência a compressão do concreto. **Revista da Universidade Vale do Rio verde**. Três Corações, v. 13, n. 1, p. 635-643, 2015. Disponível em: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5168593>