



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AMBIENTAL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**ANÁLISE DO CONTROLE TECNOLÓGICO DO CONCRETO EM OBRAS
DE PEQUENO E MÉDIO PORTE DO MUNICÍPIO DE POMBAL/PB**

DIÓGENES SILVA DA MATA

POMBAL – PB

2023

DIÓGENES SILVA DA MATA

ANÁLISE DO CONTROLE TECNOLÓGICO DO CONCRETO EM OBRAS
DE PEQUENO E MÉDIO PORTE DO MUNICÍPIO DE POMBAL/PB

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Unidade Acadêmica de
Ciências e Tecnologia Ambiental da
Universidade Federal de Campina Grande,
como parte dos requisitos necessários
para obtenção do título de Engenheiro
Civil.

Orientador(a): Prof. Dr. Eduardo Morais de
Medeiros.

POMBAL – PB

2023

M425a Mata, Diógenes Silva da.

Análise do controle tecnológico do concreto em obras de pequeno e médio porte do município de Pombal/PB / Diógenes Silva da Mata. – Pombal, 2023.

29 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2023.

“Orientação: Prof. Dr. Eduardo Morais de Medeiros”.

Referências.

1. Concreto. 2. Resistência do concreto. 3. Dosagem de concreto - Método ABCP. 4. Abatimento do concreto. I. Medeiros, Eduardo Morais de. II. Título.

CDU 691.32 (043)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AMBIENTAL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

PARECER DA COMISSÃO EXAMINADORA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO.

DIÓGENES SILVA DA MATA

ANÁLISE DO CONTROLE TECNOLÓGICO DO CONCRETO EM OBRAS DE PEQUENO E MÉDIO PORTE DO MUNICÍPIO DE POMBAL/PB

Trabalho de Conclusão de Curso do discente Diógenes Silva da Mata **APROVADO** em dia 07 de novembro de 2023 ano pela comissão examinadora composta pelos membros abaixo relacionados como requisito para obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL pela Universidade Federal de Campina Grande

Registre-se e publique-se.



Assinado digitalmente por Eduardo
Morais de Medeiros
Razão: Eu atesto a precisão e a
integridade deste documento
Localização: Pombal/PB
Data: 2023.11.23 21:47:16-03'00'

Prof. Dr. Eduardo Morais de Medeiros
(Orientador – UFCG)

Prof. Me. Arthur Coutinho de Araújo Silva
(Membro Interno - UFCG)

Eng^a. Ma. Bruna Hélen Brito de Araújo
(Membro Externo - UFCG)

Aos meus pais, Sueli e George, pelo empenho, companheirismo, abdições e por enfrentarem todos os obstáculos comigo, DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Com imensa gratidão no coração, inicio meus agradecimentos por toda a jornada acadêmica percorrida. À medida que este árduo percurso se aproxima de sua conclusão, ao lembrar cada momento e refletir sobre o valor de todas as abdições e esforços realizados até agora, sinto uma profunda sensação de dever cumprido, honrando o empenho daqueles que tornaram este sonho possível.

Primeiramente, expresso minha gratidão a Deus pelo dom da vida e por sua contínua proteção e sabedoria, que me proporcionaram a coragem para enfrentar cada adversidade e me concederam a força necessária para seguir adiante durante todo este processo.

À minha mãe, Sueli Silva, meu maior exemplo, agradeço por estar sempre ao meu lado e por me educar da melhor forma possível, por todo o amor e proteção que me proporcionou, bem como por sua presença constante, segurando minha mão nos momentos mais turbulentos.

Ao meu pai, George da Mata, expresso minha profunda gratidão por todos os ensinamentos, conselhos e amor que me ofereceu. Agradeço também pelo empenho incansável que dedicou para que eu pudesse alcançar meus objetivos. Mesmo ambos não tendo tido as mesmas oportunidades que eu, não mediram esforços para viabilizar meus estudos.

Aos meus avós maternos, Maria Margareth e Francisco Vital, que estiveram sempre ao meu lado, agradeço por cada oração, cada gesto de amor, cada incentivo para continuar forte e por todo o suporte. Às minhas irmãs, Amanda da Mata e Beatriz da Mata, agradeço por todo o amor, por estarem sempre dispostas a ajudar e por terem caminhado junto comigo. Aos meus tios, Moisés e Segundo, e a toda a minha família, agradeço por todo o encorajamento e as palavras de acolhimento, por ter acompanhado minha caminhada ao desses anos e por cada abraço e carinho, que sempre serão singulares em minha vida.

Aos meus amigos e futuros colegas de profissão, que levarei para a vida, agradeço por sempre oferecerem apoio e por permanecerem ao meu lado durante toda esta jornada. Gostaria de citar, em especial, alguns deles: Josivan Junior, José Higor, Mayara Ketilly, Nicolly Martins, Lis Marinho, Felipe Rodrigues, José Arthur, Vitória Ramalho, Ester Ribeiro, Vitória Lacerda, Yves Lorrán, Dielyson Sampaio, Erivaldo Filho, Leonan Kevin, e todos os demais colegas.

Aos meus amigos de longa data que sempre estiveram ao meu lado, me apoiando e amparando, em especial: Cláudia Regina, Maria de Fátima, Larissa Costa, Álycia Ágata, Bárbara Dalila, Jefferson Gomes, Nayanne Christina, José Henrique e Éric Nogueira.

Ao meu orientador, Dr. Eduardo Morais, por acreditar em mim e pela oportunidade de ser seu orientando. Expresso, ainda, a minha profunda gratidão por todos os conhecimentos compartilhados e os valiosos ensinamentos que recebi.

Ao meu supervisor de estágio e gestor da EMKO Construtora, Alcides Filho, meu estimado agradecimento pela oportunidade e por todos os ensinamentos repassados até aqui. Tenho muita gratidão por todo acolhimento e partilha de experiências, podendo afirmar que és minha maior referência profissional. Como

também não poderia deixar de mencionar uma das grandes contribuintes da EMKO Construtora, a engenheira civil Ana Luísa, por todo conhecimento compartilhado, apoio e pelo privilégio de ser seu auxiliar de engenharia. Estimo meus sinceros agradecimentos.

A todos os meus estimados professores e colaboradores da Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, Campus Pombal, expresso minha sincera gratidão por todos os ensinamentos que desempenharam um papel fundamental na construção da minha jornada profissional. Muito obrigado.

*“Não fui eu que ordenei a você? Seja forte e corajoso!
Não se apavore nem desanime, pois o Senhor, o seu
Deus, estará com você por onde você andar.”
JOSUÉ 1:9*

ANÁLISE DO CONTROLE TECNOLÓGICO DO CONCRETO EM OBRAS DE PEQUENO E MÉDIO PORTE DO MUNICÍPIO DE POMBAL/PB

ANALYSIS OF TECHNOLOGICAL CONTROL OF CONCRETE IN SMALL AND MEDIUM SIZE WORKS IN THE MUNICIPALITY OF POMBAL/PB

Diógenes Silva da Mata, e-mail: diogenesmata1@gmail.com

Eduardo Morais Medeiros, e-mail: mm.edu@hotmail.com

RESUMO

Sabe-se que nas obras de construção civil, o concreto correspondente ao material mais comumente utilizado, resultante da combinação entre água, agregados e cimento. Ele desempenha papel intrínseco na estruturação das edificações. Porém, em razão da ausência de órgãos fiscalizadores em municípios interiores, o controle dos materiais é negligenciado, acarretando problemas nas construções, já que estão sendo construídas em contrariedade ao que dispõem as normas reguladoras. Nessa perspectiva, a presente pesquisa objetivou analisar obras de pequeno e médio porte em fase de execução na cidade de Pombal/PB, a saber um centro de imagem, auditório, centro hortifrutigranjeiro e escola sustentável, e foram coletadas amostras dos traços produzidos nestas, para realização de ensaios de resistência e consistência do concreto coletado, utilizando três resistências distintas (15, 20 e 25 Mpa), que foram determinados sob alicerce do método de dosagem ABCP. Com os dados obtidos, verificou-se que a resistência e o abatimento do concreto produzido nas obras analisadas foi abaixo do esperado, comprovando que as obras analisadas não possuem um controle tecnológico adequado do concreto. Desta maneira, entende-se que é imprescindível a instrução dos operários do Município de Pombal/PB para que sejam instruídos acerca de como realizar a traçagem correta para evitar prejuízos às futuras construções.

Palavras-chave: Dosagem de concreto. Método ABCP. Resistências. Abatimento.

ABSTRACT

It is known that in civil construction works, concrete corresponding to the most commonly used material, results from the combination of water, aggregates and cement. It plays an intrinsic role in the structuring of buildings. However, due to the absence of inspection bodies in interior municipalities, control of materials is neglected, causing problems in construction, as they are being built contrary to what regulatory standards provide. From this perspective, the present research aimed to analyze small and medium-sized works in the execution phase in the city of Pombal/PB, namely an image center, auditorium, horticultural center and sustainable school, and samples of the traces produced in these were collected. , to carry out resistance and consistency tests on the collected concrete, using three specific resistances (15, 20 and 25 Mpa), which were determined based on the ABCP dosing method. With the data obtained, it is proven that the strength and slump of the concrete are produced in the proven works below expectations, proving that the demonstrated works do not have adequate technological control for the concrete. In this way, it is understood that it is necessary to instruct workers in the Municipality of Pombal/PB so that they are instructed on how to carry out the correct layout to avoid damage to future constructions.

Keywords: Concrete dosage. ABCP method. Resistances. Slump.

1. INTRODUÇÃO

O engenheiro civil é um profissional que desempenha atividade essencial para a

sociedade, posto que é através deste que as obras são realizadas, estando esse encarregado de executar diversas etapas relacionadas ao planejamento, criação de projeto, construção e manutenção do projeto em si. Este, no desempenho de sua atividade, faz uso de diversos materiais que possibilitam a construção, muitos destes selecionados de acordo com suas propriedades físicas e mecânicas, dentre os quais cabe menção ao concreto, fruto de análise na presente pesquisa.

De acordo com Mendes (2021), o concreto corresponde ao material protagonista utilizado nas construções, dada a sua versatilidade que possibilita a sua aplicação extensa já que este pode ser moldado de diversas formas e tamanhos. Sucintamente, o concreto consiste em uma mistura de cimento, água, areia e brita, os quais, em conjunto, formam este material com excelentes propriedades.

Andrade e Helene (2007) elucidam que trata-se do elemento mais utilizado hodiernamente, graças as suas propriedades físicas. É possível entender que isso se dá ao fato da grande capacidade de resistência a água, quando em seu estado endurecido, o que permite que as construções sejam resistentes e duráveis. Dessa maneira, ao ser comparado com outros materiais, como o aço e a madeira, por exemplo, a sua durabilidade é maior, pois a deterioração é menor quando em contato com a água.

Para além do supracitado, a flexibilidade do concreto, em seu estado fresco, é outra propriedade que o torna o material mais utilizado, podendo vir-à-ser usado de diversas maneiras, isto é, nas mais variadas formas de construção, sendo passíveis de exemplificação as edificações residenciais, edificações comerciais ou industriais, como também na infraestrutura rodoviária, em obras de saneamento, obras hidráulicas, entre diversas outras (COUTO *et. al.*, 2013).

Não somente isso, outro fator que evidencia a grande difusão da utilização do concreto na maioria das construções, dá-se pelo fator econômico, isso porque os componentes utilizados para formar o concreto, como a areia e água, são encontrados em abundância, tornando mais fácil a sua produção. Além disso, não necessita de uma tecnologia avançada para ser produzido, já que há máquinas que há anos realizam o processo de mistura de forma eficiente (MEHTA E MONTEIRO, 1994, apud COUTO *et. al.*, 2013). Como mencionado, o concreto consiste na mistura dos materiais acima citados, sendo por meio da dosagem a determinação desses materiais, no qual serão estabelecidas as proporções desses materiais a comporem a mistura em questão, a qual deverá ser feita de maneira adequada para que o concreto atinja as propriedades desejadas, como a resistência e durabilidade, por exemplo. É pertinente mencionar que existem vários métodos de dosagem, que apresentam peculiaridades, mas com etapas comuns, sendo passível de exemplificação o ensaio de resistência à compressão (HELENE. TUTIKIAN, 2011).

Nessa perspectiva, evidencia-se a importância de fazer a dosagem correta para que os materiais supracitados sejam misturados nas quantias certas e, dessa maneira, garanta-se qualidade, durabilidade e segurança da estrutura a ser construída. Assim, realizada a dosagem, será formada uma espécie de "liga", isto enquanto o concreto ainda está fresco, a ser moldada e, posteriormente, aplicada na construção e, quando endurecido, estará da forma desejada, resistente e estável (COUTO *et. al.*, 2013).

Dessa maneira, visto ser fundamental o processo de dosagem para a obtenção de um concreto resistente e com vida útil elevado, é necessária, ainda, a realização de estudos para verificar as propriedades dos componentes a serem misturados, posto que se este passo não for realizado, a estrutura a ser construída poderá ser totalmente comprometida futuramente. Assim, em concordância à Almeida (2002), é preciso, até mesmo, que as condições ambientais sejam verificadas, para que possa favorecer as reações processadas e a mistura seja executada corretamente.

No que diz respeito aos métodos de dosagem adotados no país, Nascimento (2019)

aponta que a Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP) dispõe de método inspirado no modelo *America Concrete Institute* (ACI). Acerca deste último, embora simples e eficiente, precisou passar por reajustes para que fosse adaptado às condições do Brasil, sendo necessário compreender as características dos materiais a serem utilizados, bem como perscrutar as propriedades que deverão ser alcançadas pelo concreto, seguindo diversas etapas distintas, mas harmonizadas para a obtenção do traço.

De acordo com Guerra (2017 apud ARAÚJO, 2018), o método da Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), o qual também foi aplicado no caso de análise da presente pesquisa, é composto pela utilização de gráficos e tabelas, os quais reúnem dados que são levantados através de procedimentos experimentais como a dosagem, que possibilitam, inclusive, a comparação de dados e características do concreto produzido em laboratório com o concreto produzido nas construções de diversos locais.

Mediante o exposto, levando em consideração a metodologia ABCP mencionada, a presente pesquisa possui como objetivo a análise do controle tecnológico do concreto em obras de pequeno porte e médio do Município de Pombal/PB. Nesta, dedicar-se-á a realização de um estudo comparativo e avaliativo entre os dados coletados dos concretos produzidos nas obras analisadas com os dados coletados e alcançados em laboratório com a utilização do método de dosagem ABCP para resistências de 15, 20 e 25 Mpa.

Ademais, é imprescindível evidenciar que esta pesquisa é relevante não somente pela escassez de estudos nessa área específica, mas também pela grande quantidade de obras de pequeno e médio porte realizadas no país. Além disso, é muito comum que os órgãos fiscalizatórios negligenciem o controle adequado do concreto nessas obras, o que ocasiona em grande quantidade de obras com falhas e problemas que poderiam ser evitados se houvesse, desde o início, esse controle tecnológico do concreto, o que ensejaria em um serviço de qualidade fornecido e, conseqüentemente, menos gastos posteriores, já que não seria necessário uma reparação de grande porte nessas obras.

Dessa maneira, investigar as dificuldades encontradas nesse contexto e propor soluções para aprimorar o controle tecnológico do concreto é fundamental para garantir a qualidade e confiabilidade das construções, além de possibilitar a criação de estratégias viáveis para melhora desse controle.

Por fim, os resultados aqui obtidos poderão ser utilizados como referência para a elaboração de diretrizes, normas e procedimentos específicos, contribuindo para a disseminação de boas práticas e o aumento da qualidade das construções de pequeno e médio porte nos municípios do país.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A presente pesquisa acerca do controle tecnológico do concreto em obras de pequeno e médio porte foi desenvolvida na cidade de Pombal, localizada no estado da Paraíba. De acordo com dados do IBGE (2021) possui população estimada de 32.803 (trinta e duas mil, oitocentos e três pessoas). Além disso, possui área de 894.099 km² e densidade demográfica de 36.13 habitantes/km².

O estudo teve como foco central as obras de pequeno e médio porte, já em fase de execução, preferencialmente as executadas pelo Poder Público do Município. No tocante a forma de abordagem utilizada esta foi a quali-quantitativa de cunho interpretativista. Isso porque foram coletados dados acerca de como se dá a produção e utilização do concreto no Município de Pombal/PB em obras de pequeno e médio porte, bem como foram coletados e discutidos dados da dosagem de concreto em laboratório. Destaca-se também o cunho interpretativista pelo fato de que tais dados precisaram ser interpretados e comparados para chegar-se a uma conclusão.

Além disso, buscou-se a inserção no ambiente de trabalho dos construtores nas obras supracitadas, para entender o real funcionamento prático. Diante disso, foi utilizado o método descritivo, em que não houve intervenção do pesquisador nas obras, apenas

análise e descrição. Não somente isso, fez-se uso do método explicativo para identificar e explicar os pontos principais observados nas obras de pequeno e médio porte.

Por fim, fez-se uso das modalidades pesquisa de campo, já que foi necessário inserir-se na realidade prática destes trabalhadores, bem como análise experimental em laboratório, análise comparativa e revisão bibliográfica, tendo esta última ensejado a fundamentação da pesquisa.

Mediante tais considerações, o trabalho se desenvolveu em três etapas, sendo estas as seguintes:

Análise de Campo: inserção do pesquisador nos locais de execução de obras de pequeno e médio porte pela Prefeitura de Pombal/PB, sendo estas identificadas como Obra A, Obra B, Obra C e Obra D. Preliminarmente, foram preenchidos formulários avaliativos, através dos quais tornou-se possível classificar a obra, isto é, apresentar o seu tipo, bem como avaliar a maneira como os trabalhadores produziam o concreto, como estes eram armazenados e a cura do concreto exposto ao sol. Além disso, foram realizados testes para verificar a consistência do concreto confeccionado em cada uma das obras supracitadas, através do ensaio *Slump test*.

Análise Laboratorial: Após passar pelo processo de cura, todos os corpos de provas coletados em campo, foi medido sua resistência atingida após 7, 14 e 28 dias pelo ensaio de resistência a compressão.

Metódo ABCP: Após os resultados da análise laboratorial, serem insatisfatórios, viu-se a necessidade de, através do método de dosagem ABCP, calcular traços para três resistências, traços estes elaborados em laboratório e com a finalidade central de atingir suas resistências. Onde, foram realizados ensaios laboratórios com a areia e brita para a obtenção de resultados específicos para conseguir proceder com o Método ABCP.

2.1 Escolha das Obras

As obras mencionadas no tópico 2 foram selecionadas em razão dos órgãos fiscalizadores comumente negligenciarem o andamento das obras nos interiores (NOVAES E POZNYAKOV, 2020). Além disso, é muito comum ficarem inertes quanto a análise do controle tecnológico do concreto nas obras em cidades pequenas.

Nas quatro visitas foram realizadas as seguintes atividades: coleta de dados e materiais das obras para análise do controle tecnológico do concreto, ensaio de *Slump test*, modelagem dos corpos de prova e retorno após 24 horas para a devida coleta dos corpos de prova. Além disso, todas as visitas objetivaram a coleta de dados e a realização de procedimentos essenciais à pesquisa em andamento, feitos conforme a literatura especializada em estudos de controle tecnológico do concreto.

2.2 Procedimentos e Ensaio para a Coleta de Dados em Campo

2.2.1 Obra A

No dia 25 de maio de 2023, realizou-se visita técnica na Obra, como parte do desenvolvimento do presente Trabalho de Conclusão de Curso (TCC). A

seguir, nas figuras 1, 2, e 3, a representação do processo de coleta de material dos corpos de prova e do ensaio de Slump Test realizado na referida obra.



Figura 1- Processo de enchimento e compactação do corpo de prova.
(Fonte: A autoria própria, 2023).



Figura 2 - Corpos de prova recém preenchidos e iniciando o aguardo de 24 horas para desmoldar.
(Fonte: A autoria própria, 2023)



Figura 3 - Preenchimento do cone de abatimento no ensaio de Slump Test.
(Fonte: A autoria própria, 2023).



Figura 4 - Concretização ensaio de Slump Test, exibindo a medida do abatimento do concreto.
(Fonte: Autoria própria, 2023).

2.2.2 Obra B

No dia 29 de maio de 2023, realizou-se a visita à Obra B, na qual foram coletados os dados a serem discutidos posteriormente, em conformidade com as Figuras 5 e 6 a seguir expostas.



Figura 5 - Momento subsequente à aplicação do agente desmoldante nos corpos de prova.
(Fonte: Autoria própria, 2023).



Figura 6 - Aguardo do tempo recomendado pela norma para elevar o cone no Slump Test.
(Fonte: Autoria própria, 2023).

2.2.3 Obra C

A visita ocorreu no dia 31 do mês e ano supramencionados. Buscou-se inserir no ambiente para realizar a coleta do corpo de prova e realização do ensaio de Slump Test, consoante representado nas figuras 7, 8 e 9.



Figura 7 - Elevação do cone durante o ensaio de Slump Test.
(Fonte: Autoria própria, 2023).



Figura 8 - Resultado obtido após a elevação do cone no Slump Test.
(Fonte: Autoria própria, 2023).



Figura 9 - Última camada do corpo de prova sendo submetida a 12 golpes.
(Fonte: Autoria própria, 2023).

2.2.4 Obra D

Por fim, a última obra selecionada a Obra D, de modo semelhante as outras obras, foram coletados os corpos de prova e realizada imersão em água como parte do processo de cura, assim como exposto nas Figuras 10 e 11.



Figura 10 - Processo de retificação dos corpos de prova.
(Fonte: Autoria própria, 2023).



Figura 11 - Corpos de prova imersos em água como parte do processo de cura.
(Fonte: Autoria própria, 2023).

2.3 Procedimentos e Ensaios para Coleta de Dados em Laboratório

2.3.1 Ensaio de Resistência à Compressão

Após passar pelo processo de cura, o concreto passa pelo ensaio de resistência à compressão, que de acordo com Lima (2020), trata-se de um procedimento em que o concreto criado é submetido a testes para verificar a sua resistência e durabilidade. A partir deste, possibilita-se ao engenheiro verificar a estabilização do concreto, isto é, observa-se se este é adequado para utilização.

No trabalho realizado, o ensaio de resistência desses corpos deu-se no Laboratório de Materiais de Construção, em conformidade com o que preconiza a NBR 6.118 (ABNT, 2023), especificamente em seu item 12.3.3.

2.3.2 Ensaio de *Slump Test*

É imprescindível elucidar que o ensaio de abatimento do concreto ou tronco de cone, denominado como *Slump Test*, encontra-se normatizado e padronizado pela NBR 16889 (ABNT, 2020). De acordo com Lima (2020, p. 53), trata-se de um ensaio que permite determinar “a consistência e a trabalhabilidade do concreto, que está diretamente ligada à sua capacidade de ser moldado”.

Sucintamente, verifica-se que através deste ensaio é possível medir a consistência do concreto no estado fresco, isto é, o quão fluido ou plástico este é. Serve, assim, para facilitar o manuseio e emprego no projeto específico, pois a partir desse ensaio pode-se verificar se este atende aos padrões exigidos na construção específica e, se não atender, permite-se o seu remanuseio e adaptação para evitar problemas com a construção.

Para a realização do referido ensaio foram necessários alguns equipamentos, tais quais um molde de metal, com espessura igual ou superior a 1,5mm, haste de adensamento em aço, cilíndrica e de superfície lisa; placa de base que serve para apoiar o molde, régua e conchas de seção U, vide NBR 16889 (ABNT, 2020).

2.3.3 Ensaio de Massa Unitária com Agregado Miúdo (Areia) e Agregado Graúdo (Brita)

De acordo com Lima (2020), o ensaio de massa unitária é utilizado para auferir e determinar o peso de um material granular, como é o caso da areia e brita, materiais estes frutos de análise na presente pesquisa. O ensaio para auferir a massa unitária dos materiais é realizado em conformidade com a NBR 16972 de 2021 (antiga NBR NM 45, ABNT 2006).

A referida norma estabelece que a massa unitária corresponde a “relação entre a massa do agregado lançado no recipiente [...] e o volume desse recipiente” (ABNT NBR 16972, 2021, p. 1). Para a realização do devido ensaio, devem ser utilizadas balanças, hastes de adensamento de aço com 16mm de diâmetro e 600mm de comprimento, recipiente de forma cilíndrica, pá ou concha, estufa e termômetro.

Ainda em consonância com a norma supracitada, as etapas vão desde a coleta de amostra para ensaio, processo de secagem e determinação do volume do recipiente. Após isso, são realizados os cálculos com as devidas equações determinadas pela norma mencionada para poder-se chegar ao resultado da massa unitária, geralmente obtida pela divisão média das massas pelo volume do recipiente.

Na presente pesquisa, o ensaio de massa unitária foi realizado com a norma acima mencionada, assim como com a NBR 16917/2021 e a NBR 16916/2021, a primeira para os agregados de forma geral, a segunda para os agregados graúdos e a terceira para os agregados miúdos.

2.3.4 Ensaio de Massa Específica com Agregado Miúdo (Areia) e Agregado Graúdo (Brita)

De acordo com a NBR 16916 (ABNT, 2021, p.2), a massa específica ou densidade consiste no “quociente” entre a massa do agregado na condição saturada superfície seca e o volume de seus grãos, incluindo o volume dos poros permeáveis e impermeáveis, excluindo os vazios entre os grãos”. Sucintamente, trata-se da relação entre a massa do

material em questão por unidade de volume, excluindo-se os vazios entre as partículas ou grãos.

Na presente pesquisa, a massa específica da areia foi obtida em conformidade com a norma acima mencionada, antiga NM 52/2009, que determina que os aparelhos a serem utilizados são balança, frasco com tampa, molde tronco-cônico metálico, haste de compactação metálica, estufa, recipientes, peneiras, bem como outras ferramentas, como espátulas de aço e dessecador. Já a da brita, foi obtida em consonância com a norma NBR 16917 (ABNT, 2021).

2.3.5 Ensaio de Granulometria

De início, é pertinente mencionar que, de acordo com Lima (2020, apud IERVOLINO, 2012), a granulometria trata-se de uma análise acerca da distribuição dos tamanhos das partículas em determinado material sólido. Assim, de maneira mais precisa, o ensaio granulométrico trata-se de um procedimento realizado, geralmente, em laboratório, que permite analisar o tamanho médio dessas partículas que compõem o material em questão, para que seja possível, assim, controlar a qualidade do produto final a ser utilizado.

É válido citar, a nível de exemplo, o caso do concreto, pois até ser formado são realizadas análises de granulometria e, se realizada de maneira adequada, poderá controlar a sua qualidade a ponto de aferir uma maior resistência e durabilidade a este, evitando desgastes e problemas posteriores na construção.

Em conformidade com a NBR NM 248 (ABNT, 2003, p. 6), para a concretização do referido ensaio laboratorial foram utilizadas peneiras, balança, estufa, agitadores, bandejas, escovas, entre outros materiais. Após juntados os equipamentos, iniciou-se com a coleta de uma amostra do agregado, a qual é remetida ao laboratório e foram-se mais duas amostras.

Quanto ao ensaio, cada amostra teve de ser secada em estufa, esfriadas à temperatura ambiente e deve-se determinar as massas destas. Após isso, foram colocadas sobre a peneira e promovida a agitação mecânica do conjunto, para que seja possível separar e classificar os diferentes tamanhos dos grãos da amostra. Posteriormente, realizado o mesmo procedimento com a segunda amostra, aos moldes que promovidos pela NBR 248 (ABNT, 2003, p. 7-9).

Encerrado o ensaio, partiu-se para a realização dos cálculos e obtenção dos resultados, em que foram calculadas porcentagens médias, retida e acumulada em cada uma das peneiras, bem como determinar o módulo de finura (NBR 248, ABNT, 2003, p. 10).

2.3.6 Método de Dosagem de Concreto da Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP)

Assim como já apontado, o método de dosagem utilizado pela Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP) é inspirado no *America Concrete Institute* (ACI), tendo passado por algumas adaptações para ser utilizado em território brasileiro.

Segundo Werle (2016, apud PETRUCCI, 1998, p. 41) a dosagem realizada pelo método da ABCP baseia-se “na correlação linear que existe entre a proporção relação água/cimento e a proporção agregado/cimento, usando determinados agregados graúdo e miúdo para concreto frescos com a mesma trabalhabilidade, e mesma coesão dos elementos componentes”.

Além disso, de acordo com Boggio (2000, p. 48), esse método *in verbis*:

[...] preocupa-se com a trabalhabilidade através de diversos fatores relativos aos materiais, às condições de execução e adensamento e as dimensões da peças. Um conceito fundamental abordado pelo método é aquele que vincula, para cada granulometria da areia e cada tamanho máximo do agregado graúdo, um valor máximo do volume do agregado compactado seco por m³ de concreto. Além disso, este procedimento de dosagem, desenvolvido para concretos de consistência plástica, fornece traços com baixos teores de areia, tentando obter misturas mais econômicas.

Para além do citado, este método faz uso de tabelas e gráficos que “facilitam a determinação dos parâmetros necessários para a obtenção do traço de partida” (BOGGIO, 2018, p. 49). Tais tabelas e gráficos levam em consideração os valores médios dos resultados obtidos através dos experimentos.

Na presente pesquisa, foi necessário passar por todas as etapas do método, desde a etapa de preparo, envolvendo a seleção dos materiais a serem utilizados na mistura do concreto, como os agregados graúdos (brita), os agregados miúdos (areia), água e o cimento, a nível de exemplo, a análise das propriedades desses materiais que permitem também verificar a possível durabilidade do concreto, até a etapa final de concretização.

Além destas, passou-se pelas etapas dos ensaios, condições de preparo, os ajustes nos traços e, ao final, a fase de aprovação do concreto, em que foi possível verificar se estava apto a ser utilizado na construção a a ser erguida, o que significa que as etapas anteriores foram bem sucedidas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Resultados do Ensaio de Resistência à Compressão

Através do ensaio de resistência á compressão nas quatro obras, tornou-se possível observar resultados diferentes na medida em que variou o período de cura do concreto em cada um das obras, os valores encontram-se pormenorizados na Tabela 01.

Tabela 01 – Resultados de Resistência à Compressão (fck) de Amostras de Concreto

PERÍODO DE CURA	OBRA B	OBRA B	OBRA C	OBRA D
FCK (MPA)				
7 DIAS	6,15	12,2	10,06	17,75
14 DIAS	8,1	13,21	12,16	18,62
28 DIAS	10,39	18,38	14,82	19,25

Fonte: Autoria própria, 2023.

Observou-se com os números acima apresentados que nos testes de compressão das amostras de concreto das obras analisadas na presente pesquisa, nenhuma conseguiu atingir o patamar de 25 Mpa, com base na ABNT NBR 6118/2023, evidenciando um empecilho, pois tratam-se de estruturas que exigem alta resistência e, futuramente, podem vir a apresentar problemas como facilidade de rompimento, por exemplo, podendo comprometer integralmente a construção.

3.2 Resultados do Ensaio de *Slump Test*

O ensaio de *Slump Test* foi realizado nas quatro obras, seguindo o passo-a-passo mencionado no subtópico 3.3.2 da presente pesquisa, e o ensaio final foi conduzido em laboratório conforme a dosagem do Método ABCP. Através do referido ensaio, pode-se obter os resultados pormenorizados na tabela 02.

Tabela 02 – Ensaio de Slump Test

ENSAIO DE SLUMP TEST	
TRAÇO	ABATIMENTO
Obra A	11 cm
Obra B	7 cm
Obra C	20 cm
Obra D	13 cm

Fonte: Autoria Própria, 2023.

Em conformidade com a tabela 02 exposta, verificou-se que dentre as obras das coletas de campo, somente a Obra B e o traço realizado pelo método ABCP em laboratório atenderam ao abatimento permitido de 7 cm (sete centímetros), conforme preconizado pela NBR 6.118 (ABNT, 2023). Porém, a única diferença da obra do auditório para as demais foi que o cimento ARI CP V foi empregado na mistura, já nas demais obras foi o cimento CP II – Z – 32, já que trata-se do mais adequado para esse tipo de obra.

3.3 Resultados do Ensaio de Massa Unitária, Específica e de Granulometria em Laboratório

No tocante dos ensaios de massa unitária, específica e granulometria realizados com agregados miúdos e grãos provenientes de Pombal/PB, é crucial ilustrar as características dos materiais conforme preconizado pelo método ABCP. Para uma compreensão mais visual e abrangente desses ensaios, apresenta-se figuras ilustrativas acompanhadas de dados detalhados na tabela correspondente.

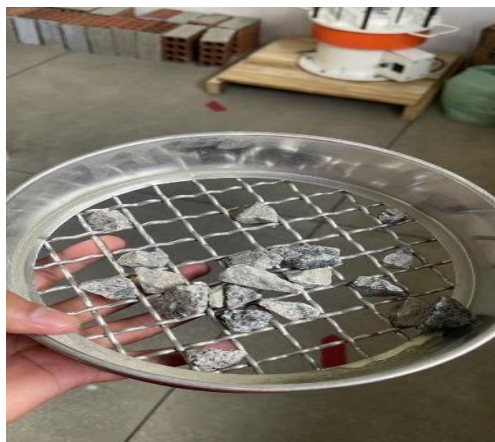


Figura 12 – Ensaio de Granulometria
(Fonte: Autoria própria, 2023).



Figura 13 – Ensaio de Massa Específica.
(Fonte: Autoria própria, 2023).



Figura 14 – Ensaio de Massa Unitária
(Fonte: Autoria própria, 2023).

Para o método de dosagem utilizado na presente pesquisa, é imprescindível caracterizar os materiais utilizados para a fabricação do concreto, os quais encontram-se pormenorizados na Tabela 03 com suas respectivas propriedades e índices físicos, a saber Módulo de Finura (MF) e Dimensão Máxima Característica (DMC).

Tabela 03: Características dos materiais obtidos através dos ensaios.

CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS					
AGREGADO MIUDO (AREIA)		AGREGADO GRAUDO (BRITA)		CIMENTO	
MF	2,8	DMC	25 mm	TIPO	CP II - Z - 32
δ	2203,27 kg/m ³	δ	2656 kg/m ³	δ	3150 kg/m ³

Fonte: Autoria própria, 2023.

Em seguida, para determinar as resistências características do concreto à compressão, isto é, os três f_{ck} , utilizou-se como base a Classe de Agressividade Ambiental disposta pela NBR 6.118, prevista pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2023). Neste contexto específico, utilizou-se especificamente a classe II,

caracterizada pela agressividade ambiental moderada, com baixo risco de deterioração da estrutura, o que resultou em um concreto de classe C25.

Noutra via, outra especificação estabelecida foi a do abatimento do concreto, o qual foi definido como 90 ± 10 mm, em consonância com o que dispõe a norma ACI 211-81, a qual fornece os valores de abatimento a depender do tipo de construção. Optou-se, diante disso, por utilizar o tipo de concreto nos elementos estruturais, a saber as vigas e pilares, por exemplo. Tais resultados podem ser observados na tabela 04.

Tabela 04: Valores de abatimentos recomendados a depender do tipo da obra.

TIPOS DE OBRAS	ABATIMENTO (mm)	
	Máximo	Mínimo
Paredes de Fundações e Sapatas Armadas	75	25
Sapatas planas, caixões e paredes de infraestrutura	75	25
Vigas e paredes armadas	100	25
Pilares de edifícios	100	25
Pavimentos e lajes	75	25
Construções de concreto e massa	50	25

Fonte: Tabela adaptada em conformidade com a ACI 211-81.

Posteriormente, após a definição da classe acima supracitada, foram avaliadas as condições para preparação do concreto tendo em vista o desvio padrão (s_d), assim como estipulado pela NBR 12.655/2006. No presente contexto, analisou-se as condições com agregado miúdo,, agregado graúdo, cimento e água, os quais foram medidos em massa e, conseqüentemente, corrigidas a umidade, o que resultou em um s_d de 5,5 Mpa. Em razão disso, calculou-se a resistência da dosagem realizada levando-se em conta o desvio padrão citado, conforme observa-se na Equação (1):

$$f_{cj} = f_{ck} + 1,65 * s_d \quad (1)$$

Onde:

f_{cj} refere-se à resistência do concreto à compressão em j dias;

f_{ck} é a resistência característica do concreto à compressão em Mpa;

S_d = desvio-padrão da dosagem, em Mpa;

Com os cálculos para os três f_{ck} 's, obteve-se os seguintes resultados, com as suas respectivas tabelas:

$$f_{cj} = f_{ck} + 1,65 s_d$$
$$f_{cj} = 15 + 1,65 \times 5,5 \cong 24 \text{ Mpa}$$

Tabela 05 – Característica estabelecida ao concreto com $f_{ck} = 15 \text{ Mpa}$

CONCRETO PRODUZIDO	
f_{ck}	15 Mpa
S_d	5,5 Mpa
f_{cj}	24 Mpa

Fonte: Aatoria própria, 2023.

$$f_{cj} = f_{ck} + 1,65 S_d$$
$$f_{cj} = 20 + 1,65 \times 5,5 \cong 29 \text{ Mpa}$$

Tabela 06 – Característica estabelecida ao concreto com $f_{ck} = 20 \text{ Mpa}$

CONCRETO PRODUZIDO	
f_{ck}	20 Mpa
S_d	5,5 Mpa
f_{cj}	29 Mpa

Fonte: Aatoria própria, 2023.

$$f_{cj} = f_{ck} + 1,65 S_d$$
$$f_{cj} = 25 + 1,65 \times 5,5 \cong 34 \text{ Mpa}$$

Tabela 07 – Característica estabelecida ao concreto com $f_{ck} = 25 \text{ Mpa}$

CONCRETO PRODUZIDO	
f_{ck}	25 Mpa
S_d	5,5mm
f_{cj}	34 Mpa

Fonte: Aatoria própria, 2023.

3.4 Resultados do Método ABCP em Laboratório

Como já informado, o método ABCP possibilita a coleta de dados e o emprego destes dados em tabelas ou gráficos para verificar a proporção final do traço, isto é, da devida proporção dos materiais que comporão o concreto a ser utilizado na obra a ser construída.

3.4.1 Montagem do Traço e Resultados Obtidos

Após a definição da resistência mecânica, em conformidade com a tabela 07, procedeu-se à estimativa da relação água/cimento em consonância com a curva de Walz, conforme ilustrado na Figura 15.

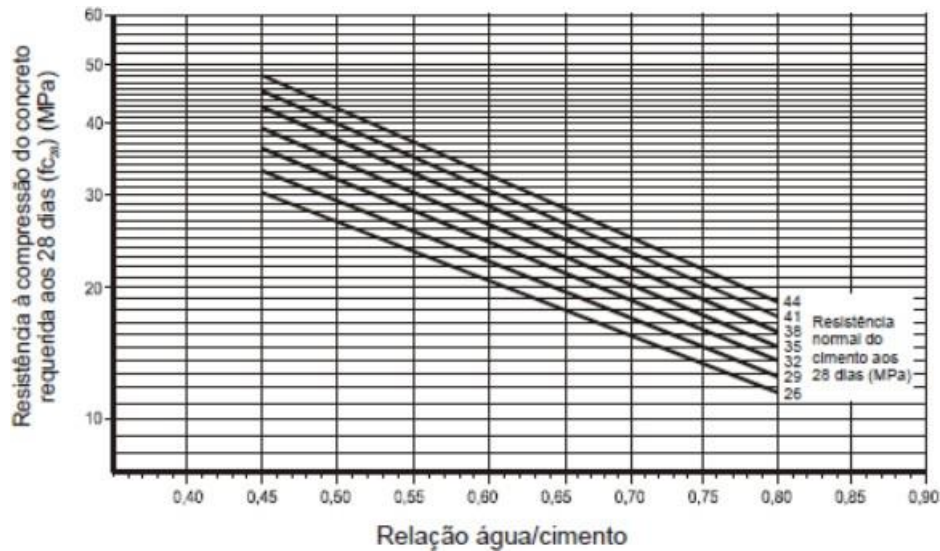


Figura 15 – Curva de Walz – Relação Água/Cimento.
 (Fonte: Rodrigues, 1998, p. 18).

Em etapa subsequente, buscou-se determinar o consumo dos materiais, a saber: cimento e água. Para chegar-se ao resultado de consumo da água, bastou somente relacionar o abatimento almejado, consoante Tabela 07, com a Dimensão Máxima Característica (DMC) do agregado, disposto na Tabela 03.

Tabela 8: Consumo aproximado de Água (L/m³)

Abatimento (mm)	Dimensão Máxima Característica [DMC] (mm)				
	9,5	19	25	32	38
40 a 60	220	195	190	185	180
60 a 80	225	200	195	190	185
80 a 100	230	205	200	195	190

Fonte: Rodrigues, 1998, p. 20 (modificado pelo autor).

Baseando-se na tabela acima disposta (08), em razão de a DMC do material ter sido de 25mm, bem como o abatimento almejado ter estado entre 80 e 100mm, verificou-se que o consumo de água aproximado foi de 200 L/m³. Concernente ao cálculo da quantia aproximada de cimento utilizado, fez-se uso da equação 2:

$$a/C = Ca/C \cong 421,05 \text{ kg/m}^3 \tag{2}$$

Em sequência, procedeu-se ao cálculo do teor de utilização dos agregados miúdos, utilizando como referência o valor do módulo de finura e a dimensão máxima característica dispostos na Tabela 09. Posteriormente, o valor encontrado foi multiplicado pelo peso específico do agregado.

Tabela 9 – Determinação do teor de consumo dos agregados graúdos.

MF	Dimensão Máxima Característica [DMC] (mm)				
	9,5	19	25	32	38
1,8	0,645	0,770	0,795	0,820	0,845
2,0	0,625	0,750	0,775	0,800	0,825
2,2	0,605	0,730	0,755	0,780	0,805
2,4	0,585	0,710	0,735	0,760	0,785
2,6	0,565	0,690	0,715	0,740	0,765
2,8	0,545	0,670	0,695	0,720	0,745
3,0	0,525	0,650	0,675	0,700	0,725
3,2	0,505	0,630	0,655	0,680	0,705
3,4	0,485	0,610	0,635	0,660	0,685
3,6	0,465	0,590	0,615	0,640	0,665

Fonte: Rodrigues, 1998, p. 20 (modificado pelo autor).

Após efetuados todos os cálculos, constatou-se que o teor do consumo do agregado atingiu a marca de 0,635, pois o Módulo de Finura (MF) do agregado miúdo foi de 3,4 e a DMC do gráudo foi de 25mm, em conformidade com a Tabela 03. Dessa maneira, verificou-se que o consumo do agregado gráudo foi de aproximadamente 952,5 kg/m³.

No tocante aos cálculos de consumo do agregado miúdo, bastou-se multiplicar o volume da areia pelo seu peso específico, utilizando os dados já fornecidos na Tabela 03. Para realização deste procedimento, utilizou-se a Equação 3 para obter o valor da areia e, posteriormente, multiplicou-se o valor pelo peso específico, conforme demonstrado a seguir.

$$\mathbf{Vareia} = \mathbf{1} - \left(\frac{Cimento}{Y_{cimento}} + \frac{Brita}{Y_{brita}} + \frac{Água}{Y_{água}} \right) \quad (3)$$

$$\mathbf{Vareia} = \mathbf{1} - \frac{421,05}{3150} + \frac{952,5}{2656} + \frac{200}{1000}$$

$$\mathbf{Vareia} = \mathbf{0,3077} \text{ m}^3$$

Desta feita, aferiu-se que o consumo de areia total aproximado foi de 675,27 kg/m³. Ao fim, após a obtenção de todos os dados, a saber: consumo de areia, brita, água e cimento, tornou-se possível a obtenção do traço, com dados pormenorizados na Tabela 10.

Tabela 10 – Obtenção do traço em massa através do método ABCP.

TRAÇO UNITÁRIO EM MASSA (KG) PELO MÉTODO ABCP				
CIMENTO	AREIA	BRITA	ÁGUA/CIMENTO	CONSUMO DE CIMENTO
1,00	1,60	2,26	0,48	421,0 kg/m ³

Fonte: Autoria própria, 2023.

3.4.2 Fase de Execução do Traço

No tocante ao processo de formulação da mistura, determinou-se a quantidade de cimento requerida para a fabricação de 3 (três) corpos de provas para cada fck, isto é, foram divididos em três grupos de 3. Para além do citado, cada grupo foi submetido a testes de rompimento em períodos diferentes, tendo sido o primeiro grupo submetido aos testes em 7 (sete) dias, o segundo grupo em 14 (quatorze) dias e o terceiro grupo em 28 (vinte e oito dias).

Todavia, foi necessário calcular inicialmente o volume dos corpos de provas em litros (L), tendo acrescido este valor em 10%, conforme a Equação 04:

$$V_c = L \times C \times H \quad (4)$$

$$V_c = [9 \times (\pi \times 5^2) \times 20] \times 1,1$$

$$V_c = 15550,88 \text{ cm}^3 = 15,55 \text{ Litros}$$

Com base no volume acima obtido, calculou-se o consumo de cimento para a fabricação do concreto em laboratório, alicerçado na Equação 5:

$$C_{\text{cimento}} = \frac{V_c}{\frac{1}{\gamma_{cm}} + \frac{a}{\gamma_{areia}} + \frac{b}{\gamma_{brita}} + \frac{c}{\gamma_c}} \quad (5)$$

Por meio da equação mencionada acima, obteve-se o consumo de cimento em 6,362 kg. Alicerçado nesse valor e na proporção unitária em massa, bastou-se multiplicar tais valores para encontrar a massa de cada componente necessário à preparação de 15,55 litros de concreto.

Tabela 11 – Massa dos materiais necessários à confecção do concreto

CIMENTO (kg)	AREIA (kg)	BRITA (kg)	ÁGUA (kg)
6,362	10,18	14,38	3,05

Fonte: Autoria própria, 2023.

Após a pesagem em laboratório, alicerçado nos dados encontrados através do método ABCP, foi possível iniciar o processo de execução, no qual colocou-se a areia no local do preparo do traço e, posteriormente, acrescentou-se o cimento para a realização da primeira mistura. Em seguida, adicionou-se a quantidade exata de brita junto da água para o processo de mistura. Posteriormente, fez-se o ensaio de Slump

Test e, após isso, a coleta dos corpos de prova para determinar o f_{ck} , conforme as figuras 16, 17, 18 e 19.



Figura 16 – Adição da areia e brita para iniciar o processo de mistura
(Fonte: Autoria própria, 2023).



Figura 17 – Adição da brita na mistura.
(Fonte: Autoria própria, 2023).



Figura 18 – Ensaio de Slump Test.
(Fonte: Autoria própria, 2023).



Figura 19 – Corpos de prova para as três resistências.
(Fonte: A autoria própria, 2023).

A partir do ensaio de resistência a compressão dos corpos de provas confeccionados, obteve-se os resultados que podem ser observados na Tabela 12.

Tabela 12 – Resultados da Resistência à Compressão dos Corpos de Prova – Método ABCP

PERÍODO DE CURA	CORPOS DE PROVA PARA 15MPA	CORPOS DE PROVA PARA 20 MPA	CORPO DE PROVA PARA 25 MPA
FCK (MPA)			
7 DIAS	15,82	16,87	23,71
14 DIAS	17,22	20,19	25,68
28 DIAS	17,67	22,25	28,98

Fonte: A autoria própria, 2023.

Mediante a tabela exposta, tornou-se possível observar que através da utilização da dosagem prevista pelo método ABCP foi possível obter todos os fck esperados a partir de 14 (quatorze) dias de cura do concreto, resultado este totalmente contrário ao obtido nas obras em campo, sem a utilização do método supracitado.

4. CONCLUSÕES

A partir da realização da presente pesquisa, tornou-se possível observar o quão essencial é o controle tecnológico do concreto para as construções civis, porque este material configura-se como elemento-chave para propiciar resistência e durabilidade a determinada obra. Entretanto, evidenciou-se que para evitar que determinada construção apresente problemas futuros, é essencial que haja um controle tecnológico adequado deste concreto, pois é necessário que sejam obedecidas todas as etapas para fazê-lo, que vão desde a seleção dos materiais, mistura e monitorização dessa mistura, até o lançamento e a etapa de cura.

Através da abordagem perscrutória em campo, tornou-se possível coletar dados e depreender que as quatro obras analisadas não apresentaram resultado adequado nos testes de compressão realizados, pois nenhuma conseguiu atingir o patamar de 25 Mpa utilizado como parâmetro na presente pesquisa, o que evidencia uma baixa resistência do concreto utilizado nas obras analisada. Por outro lado, o resultado positivo somente foi

obtido através da utilização do método de dosagem ABCP em laboratório, através do qual foi possível obter todos os *fck* esperados a partir do 14º (décimo quarto) dia de cura do concreto, evidenciando-se que é o método adequado a ser utilizado nas construções do referido Município.

Todavia, continuam a realizar a dosagem de modo inadequado e extrai-se que esse resultado negativo observado em campo advém da qualidade inferior dos materiais disponibilizados pela Prefeitura, os quais foram testados durante a pesquisa, além da falta de instrução aos construtores, pois utilizavam altas quantidades de água na mistura, ocasionando um descontrole na dosagem e, assim, comprometendo a qualidade do concreto.

Viu-se, além do exposto, que os órgãos fiscalizatórios do Município não estão atuando assiduamente para verificar o andamento dessas obras, tampouco perscrutar o controle tecnológico do concreto nestas, o que é muito comum em cidades do interior, pois os órgãos acabam negligenciando por se tratar de obras de pequeno porte.

Porém, é imprescindível elucidar que embora se trate de obras de pequeno ou médio porte, é imprescindível haver um controle tecnológico adequado do concreto, porque trata-se de elemento essencial à resistência e durabilidade das construções. Não havendo esse controle, correr-se-á o risco de futuros problemas nessas obras, o que pode vir a comprometer completamente a utilização destas e causar perigo às pessoas que delas se utilizem.

Mediante tais considerações, observa-se que todos os objetivos de análise traçados na presente pesquisa foram devidamente cumpridos, já que foi possível realizar as coletas de materiais e dados em campo e em laboratório e realizar um estudo comparativo entre estes.

Ante o exposto, deixa-se como sugestões para futuras pesquisas a continuação do presente trabalho em anos posteriores para verificar se houve mudanças na forma de traçagem da mistura e confecção do concreto no Município de Pombal/PB. Para além do exposto, sugere-se a elaboração de cartilha e realização de palestras para conscientizar os operários do referido Município e ensiná-los a realizarem a dosagem e confecção do concreto de maneira adequada, para que haja um controle tecnológico adequado e evite-se problemas em futuras construções.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, L. C. **Concreto**. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2002, p. 03. Disponível em: Acesso em: 10 jun. 2023.

ANDRADE, T.; HELENE, P. Concreto de Cimento Portland. In: ISAIA, Geraldo Cechella. **Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais**. São Paulo: 2007.

ARAÚJO, Danielle Gouveia de. **Análise do controle tecnológico do concreto em obras de pequeno porte**. Orientador: Prof. Me. Eduardo Morais de Medeiros. 2018. 36 p. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) (Graduação em Engenharia Civil). Araruna, 2018. Disponível em: <https://dSPACE.bc.uepb.edu.br/jspui/bitstream/123456789/22645/1/PDF-%20Danielle%20Gouveia%20de%20Ara%C3%BAjo.pdf>. Acesso em: 2 set. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 248**: Agregados – Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5732**: Cimento Portland comum. Rio de Janeiro, 1991.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5735**: Cimento Portland de alto-forno. Rio de Janeiro, 1991.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5738**: Concreto – Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova. Rio de Janeiro, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**: Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento. Rio de Janeiro, 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11578**: Cimento Portland composto. Rio de Janeiro, 1991.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16916**: Agregado miúdo – Determinação da densidade e da absorção de água. Rio de Janeiro, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16917** - Agregado graúdo – Determinação da densidade e da absorção de água. Rio de Janeiro, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16972** - Agregados – Determinação da massa unitária e do índice de vazios. Rio de Janeiro, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16889** – Concreto – Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone. Rio de Janeiro, 2020.

BOGGIO, A. J. **Estudo comparativo de métodos de dosagem de concretos de cimento Portland**. Dissertação de Mestrado (Engenharia Civil), UFRGS, Porto Alegre, 2000. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/12575>. Acesso em: 02 set. 2023.

COUTO, J. A. S. et al. **O concreto como material de construção**. Cadernos de graduação: ciências exatas e tecnológicas, Sergipe, v. 1, ed. 17, p. 49-58, 2013. Disponível em: <https://periodicos.set.edu.br/cadernoexatas/article/view/552>. Acesso em: 10 jun. 2023.

GUERRA, R. S. T. **Método de dosagem da ABCP**. Clube do Concreto: Concreto e Pré-fabricados de Concreto, 2017. Disponível em: <http://www.clubedoconcreto.com.br/2015/10/ajustes-e-consideracoes-sobre-o-metodo.html>. Acesso em: 02 out. 2023.

HELENE, P; TUTIKIAN, B. F. **Dosagem dos concretos de cimento Portland**. In: Concreto: Ciência e Tecnologia. São Paulo, 2011.

IERVOLINO, M. **Tecnologia dos materiais de construção**. Curso técnico de edificações. 3 ed. Suzano, 2012.

LIMA, D. A. **Estudo do comportamento mecânico de concretos produzidos a partir da substituição do agregado graúdo por resíduos**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil), UFCG, 2020. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/bitstream/riufcg/18832/3/DANYLO%20DE%20ANDRADE%20LIMA%20-%20TCC%20-%20BACHARELADO%20EM%20ENGENHARIA%20CIVIL%202020.pdf>. Acesso em: 02 set. 2023.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. **Concreto: estrutura, propriedades e materiais**. São Paulo: PINI, 1994, p. 01-02.

MENDES, J. G. Controle tecnológico do concreto. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**. Ano 06, Ed. 07, Vol. 07, pp. 49-61. Julho de 2021. ISSN: 2448-0959, Link de acesso: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/tecnologico-do-concreto>. Acesso em: 10 jun. 2023.

NASCIMENTO, L. C.; ARAÚJO, F. W. C. Análise de viabilidade entre concretos dosados pelos métodos da ABCP/ACI e IPT/USP. **Repositório Institucional UFRPE**, Pernambuco, 2019. Disponível em: <https://repository.ufrpe.br/handle/123456789/1405>. Acesso em: 10 jun. 2023.

NOVAES, Isabella M. M; POZNYAKOV, Karolina. Patologias em Estruturas de Concreto Armado. **Revista Boletim do Gerenciamento**, Politécnica UFRJ, 2021. Disponível em: <https://nppg.org.br/revistas/boletimdoGerenciamento/article/view/539>. Acesso em 17 nov. 2023.

PETRUCCI, E. G. **Concreto de cimento Portland**. 13ª ed. São Paulo: Globo, 1998.

RODRIGUES, P. P. F. **Parâmetros de Dosagem do Concreto**. São Paulo: Associação Brasileira de Cimento Portland, 1998.

WERLE, R. A. **Correlação do método de dosagem ABCP, para concretos convencionais, com materiais encontrados na região do vale do Taquari/RS**. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil), UNIVATES, Lajeado, 2016. Disponível em: <https://www.univates.br/bdu/items/00434fcb-3387-49d3-9a83-5d69c8a0fe2a>. Acesso em: 02 set. 2023.