



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE
NÚCLEO DE TECNOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

ERIK FERNANDO SILVESTRE GALINDO DE CARVALHO

**ANÁLISE DAS ETAPAS DO CONTROLE TECNOLÓGICO DO CONCRETO
UTILIZADO NA ESTRUTURA DE UM EMPREENDIMENTO DE USO MISTO
LOCALIZADO NA CIDADE DE CARUARU-PE**

Caruaru
2023

ERIK FERNANDO SILVESTRE GALINDO DE CARVALHO

**ANÁLISE DAS ETAPAS DO CONTROLE TECNOLÓGICO DO CONCRETO
UTILIZADO NA ESTRUTURA DE UM EMPREENDIMENTO DE USO MISTO
LOCALIZADO NA CIDADE DE CARUARU-PE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Engenharia Civil do Campus Agreste da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, na modalidade de artigo científico, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Área de concentração: Construção Civil

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Dannúbia Ribeiro Pires

Caruaru

2023

AGRADECIMENTOS

A Deus, em primeiro lugar, por ter me guiado ao longo de toda a minha vida e por ter colocado pessoas incríveis ao meu lado.

Aos meus pais, Francisco Valdir (Kiko) e Magna Silvestre, por todo o carinho, apoio e suporte que me foi dado ao longo desses 5 anos e meio de curso, graças a vocês nunca me faltou nada e sempre pude me dedicar integralmente aos estudos, sei que sou um privilegiado por ter vocês como meus pais. Essa conquista é graças a vocês.

Ao meu irmão Felipe Silvestre, que sempre foi um exemplo para mim, agradeço por todos os conselhos e incentivos me dado ao longo dessa graduação, você foi importantíssimo.

À minha noiva, Luana Leal, por ser minha parceira de vida e por todo o carinho, apoio e motivação, onde muitas vezes os meus objetivos pareciam inalcançáveis e ela acreditava mais em mim do que eu mesmo, com sua frase “Calma, amor, vai dar certo e você vai conseguir, eu sei disso”, e no fim, dava tudo certo como ela tinha afirmado. Agradeço também por ter me proporcionado a minha maior conquista, que foi a nossa filhinha Maria Luísa, que em outubro deste ano estará nos nossos braços. Essa conquista também é de vocês.

Aos meus amigos Emmanuel, Vinícius, Ítalo, Júlio e Matheus, que compartilharam e viveram comigo diversos momentos complicados ao longo da graduação. Mas também partilhamos inúmeros momentos de gargalhadas, que deixaram tudo mais leve e permitiu que essa jornada fosse divertida. Sem vocês não seria possível chegar onde cheguei.

À minha orientadora, Dannúbia Ribeiro Pires, que topou esse desafio junto comigo e me deu um extremo suporte para que esse trabalho atingisse o final esperado. Suas correções foram precisas e seus ensinamentos fundamentais para que este trabalho atingisse o nosso objetivo. Tenho certeza que nossa parceria profissional também será um sucesso.

A Universidade Federal de Pernambuco, em especial ao Centro Acadêmico do Agreste, por ser referência em ensino e por ter me proporcionado toda a estrutura necessária para que eu me desenvolvesse cada vez mais intelectualmente e pessoalmente. Também serei eternamente grato a todos os professores que compartilharam seus conhecimentos comigo.

A CP Construção, por acreditar em meu potencial e por me proporcionar a valiosa oportunidade de aplicar meus conhecimentos acadêmicos em engenharia civil na prática. A experiência que obtive tem sido inestimável, permitindo-me aprender e crescer de maneira significativa no campo da engenharia civil.

Por fim, sou grato a todos que participaram, direta ou indiretamente, dessa grandiosa conquista da minha vida, os meus sinceros agradecimentos.

Análise das etapas do controle tecnológico do concreto utilizado na estrutura de um empreendimento de uso misto localizado na cidade de Caruaru-PE

Analysis of the stages of technological control of the concrete used in the structure of a mixed-use development located in the city of Caruaru-PE

Erik Fernando Silvestre Galindo de Carvalho¹

RESUMO

Desde 1849, com o surgimento da ideia de unir a resistência à tração do aço com as propriedades do concreto, vem sendo observado um crescente uso do concreto armado como um componente estrutural primordial em construções civis. No entanto, é preocupante que, em muitos empreendimentos, falte um controle tecnológico adequado do concreto aplicado em seus elementos estruturais, o que significa que não há garantia de que esse concreto atenda aos requisitos mínimos de projeto em relação à sua resistência característica à compressão, uma vez que não são realizados ensaios em laboratório. Essa negligência em relação ao controle do concreto pode potencialmente resultar em danos sociais e econômicos significativos. Portanto, o presente trabalho se propõe a apresentar de forma clara e objetiva todo o processo que engloba o controle tecnológico do concreto utilizado em elementos estruturais das construções, baseado nas normas brasileiras vigentes e em literatura especializada amplamente reconhecida. Além disso, será apresentado um estudo de caso prático que destaca tanto os acertos quanto as falhas durante a execução do controle tecnológico do concreto em um empreendimento de uso misto na cidade de Caruaru, Pernambuco. Durante as análises, foram identificadas algumas falhas procedimentais que afetaram negativamente a confiabilidade do controle tecnológico do concreto em algumas concretagens. Por fim, o propósito fundamental deste detalhamento do processo é disponibilizar à comunidade um trabalho que constará em seu escopo, de maneira objetiva e embasada, como as construtoras devem realizar o controle tecnológico do concreto. Isso possibilitará que tais empresas assegurem a segurança das suas obras tanto para os futuros usuários da edificação quanto para a população que reside nas proximidades da obra.

Palavras-chave: concreto armado; elementos estruturais; controle tecnológico do concreto.

¹ Graduando em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Pernambuco. E-mail: erikcarvalhoo@outlook.com

ABSTRACT

Since 1849, with the emergence of the idea of combining the tensile strength of steel with the properties of concrete, an increasing use of reinforced concrete has been observed as a primary structural component in civil constructions. However, it is worrying that, in many projects, there is a lack of adequate technological control of the concrete applied to its structural elements, which means that there is no guarantee that this concrete meets the minimum design requirements in relation to its characteristic compressive strength, as no laboratory tests are carried out. This neglect of concrete control can potentially result in significant social and economic harm. Therefore, this work aims to present in a clear and objective way the entire process that encompasses the technological control of concrete used in structural elements of constructions, based on current Brazilian standards and widely recognized specialized literature. Furthermore, a practical case study will be presented that highlights both successes and failures during the execution of technological control of concrete in a mixed-use development in the city of Caruaru, Pernambuco. During the analyses, some procedural flaws were identified that negatively affected the reliability of the technological control of concrete in some concreting operations. Finally, the fundamental purpose of this detailing of the process is to make work available to the community that will be included in its scope, in an objective and well-founded way, in the same way that construction companies must carry out the technological control of concrete. This will enable such companies to ensure the safety of their works both for future users of the building and for the population residing in the vicinity of the work.

Keywords: reinforced concrete; structural elements; technological control of concrete.

DATA DE APROVAÇÃO: 05 de outubro de 2023.

1 INTRODUÇÃO

O concreto é um material composto, constituído por cimento, água, agregado miúdo (areia) e agregado graúdo (pedra ou brita), e ar. Pode também conter adições (cinza volante, pozolanas, sílica ativa, etc.) e aditivos químicos com a finalidade de melhorar ou modificar suas propriedades básicas (BASTOS, 2006).

A ideia da junção dos componentes ocorreu em meados do século XIX, onde o concreto já era utilizado há tempos, na antiga civilização romana (REGANATI, 2020). No entanto, os materiais utilizados como agregados e aglomerantes não tinham as características refinadas dos materiais que utilizamos hoje, mas mesmo assim, a ideia de concreto como material base para construção já estava presente naquela época.

O concreto atual é um material de construção com uma série de vantagens que o tornam amplamente utilizado em diversas estruturas. Uma das principais vantagens do concreto é ser moldável, o que permite uma grande variabilidade de formas e concepções arquitetônicas (PINHEIRO; MUZARDO; SANTOS, 2007).

Além disso, o concreto é um material resistente à maioria dos tipos de solicitação, desde que seja feito um correto dimensionamento. A estrutura de concreto é monolítica, fazendo com que todo o conjunto trabalhe quando a peça é solicitada (ANDRADE, 2016).

Outro motivo para a popularidade do concreto entre os engenheiros é o baixo custo, normalmente, e a rápida disponibilidade do material para uma obra. Os principais componentes para a produção do concreto são relativamente baratos e facilmente encontrados em todos os lugares do mundo (MEHTA; MONTEIRO, 2007).

O concreto também é um material durável e protege a armação contra a corrosão. Os gastos de manutenção são reduzidos, desde que a estrutura seja bem projetada e adequadamente construída. O concreto é pouco permeável à água, quando executado em boas condições de plasticidade, adensamento e cura (PINHEIRO; MUZARDO; SANTOS, 2007).

Mas mesmo com todas essas características positivas do concreto, o mesmo apresenta uma grande fraqueza, a sua baixa resistência a esforços de tração, e sendo assim, no ano de 1849, Joseph Monier teve a ideia de combinar a resistência a tração do aço, com as características únicas do concreto, resultando no desenvolvimento do primeiro concreto reforçado com aço, o “concreto armado” (REGANATI, 2020).

Podemos destacar duas funções do concreto que são fundamentais: a primeira delas está relacionada a sua utilização como elemento estrutural, onde o concreto armado, que é a junção de concreto e aço, possibilita a execução de elementos estruturais de grande resistência e durabilidade, sendo estes utilizados na construção civil como vigas, lajes, pilares, blocos de fundação e estacas, ou seja, toda a estrutura responsável por erguer a edificação pode ser executada utilizando o concreto. Vale frisar que não é uma regra, mas pelo menos no Brasil, é o que se encontra na maior parte das edificações. A segunda função do concreto na construção é proteger a armadura dos agentes agressivos do meio ambiente.

A preparação do concreto pode ser feita manualmente ou em betoneiras no próprio canteiro de obras, recebendo assim o nome de concreto (*in loco*), como também pode ser preparado em centrais dosadoras, ou seja, em usinas centrais de concreto, o que faz com que o concreto receba a nomenclatura de concreto usinado ou pré-misturado, possuindo cada uma suas vantagens e desvantagens (COUTO *et al.*, 2013).

Diante de todo o exposto, vemos que concreto é um dos materiais mais importantes para a construção civil em todo o planeta, sendo o segundo material mais consumido do mundo, perdendo apenas para a água (PINHEIRO; MUZARDO; SANTOS, 2004). No Brasil e na cidade de Caruaru-PE não é diferente, a grande maioria das obras utilizam-se do concreto armado para erguer suas estruturas.

Um grande exemplo dessa vasta aplicação do concreto na cidade de Caruaru-PE, é a utilização na construção de um empreendimento de uso misto, localizado no centro da cidade, composto por três torres: uma residencial, uma empresarial e outra destinada para vagas de garagens e lojas. Toda a estrutura do empreendimento está sendo executada utilizando o concreto armado, sendo assim, é essencial entender como deve ser realizado o controle de qualidade do concreto lançado na estrutura.

O controle tecnológico do concreto é crucial para garantir a segurança e a durabilidade de uma estrutura. Sem esse controle adequado, há um risco significativo de que a obra apresente defeitos em seu desempenho e vida útil, o que pode resultar em enormes prejuízos sociais e econômicos.

Dado o porte da estrutura da obra em questão, a execução ou um controle tecnológico inadequado do concreto pode gerar graves danos sociais e, em casos extremos, colocar vidas em risco. É fundamental, portanto, que todos os aspectos do concreto sejam cuidadosamente monitorados para garantir a qualidade e a segurança da obra.

Em suma, este trabalho englobou uma análise minuciosa dos processos e procedimentos relacionados ao controle tecnológico do concreto, fundamentada em fontes literárias e normas brasileiras, como a NBR 16886 (ABNT, 2020), NBR 12655 (ABNT, 2022), NBR 16889 (ABNT, 2020) e a NBR 5738 (ABNT, 2016), que serão abordadas mais adiante. Subsequentemente, conduziu-se um estudo de caso no supracitado empreendimento de uso misto, estabelecendo uma correlação entre as práticas adotadas durante o controle tecnológico do concreto da estrutura da sua torre empresarial com as diretrizes fornecidas pelas bibliografias.

Tanto a análise abrangente quanto o estudo de caso servem como referências valiosas para empresas da construção civil, oferecendo orientações precisas e eficazes para a implementação

do controle tecnológico do concreto nos elementos estruturais dos seus futuros empreendimentos, para que assim possam garantir a qualidade e confiabilidade das estruturas construídas.

1.1 Controle tecnológico do concreto

A utilização do concreto usinado vem sendo muito difundida nos últimos anos, por ser feito sob medida para atender às necessidades do cliente, o concreto usinado tem sido muito utilizado nas construções por conta do maior controle de qualidade, redução de desperdícios, mão de obra e aplicação (NEVES, 2021).

Tanto o concreto convencional quanto o usinado deve ter um controle tecnológico bem rigoroso. O principal objetivo do controle tecnológico do concreto é garantir o bom desempenho da estrutura e evitar problemas que possam afetar a vida útil do projeto. Além disso, esse processo permite analisar parâmetros técnicos das amostras e identificar a situação real em relação à qualidade e resistência (CELERE, 2022).

Paralelamente, é através de uma das etapas do controle tecnológico do concreto que é possível identificar com clareza onde cada traço ou caminhão de concreto foi lançado, possibilitando identificar, se houver, quais elementos estruturais estão comprometidos devido ao concreto com baixa resistência que neles foi lançado.

Desta forma, é possível desenvolver um plano de ação corretiva e preventiva, para evitar qualquer patologia nessa estrutura, ou seja, um possível reforço estrutural e em casos extremos até mesmo a demolição e reconstrução da estrutura.

A ausência de um controle tecnológico bem executado pode trazer consequências negativas desde gastos que poderiam ser minimizados até manifestações patológicas nas estruturas que afetam a estética, durabilidade e desempenho da edificação.

O controle tecnológico deve ser executado para cada traço ou caminhão de concreto que será lançado em algum elemento de função estrutural no empreendimento. Esse controle em questão para poder apresentar uma boa segurança deve ser realizado através de algumas etapas. Essas etapas são fundamentadas em fontes literárias e normas brasileiras, conforme normas citadas anteriormente.

1.1.1 Ensaio de recebimento do concreto

O ensaio realizado no concreto ainda fresco é o *Slump Test* ou ensaio de abatimento de tronco de cone, o qual é um dos ensaios mais importantes dentro do controle tecnológico do concreto. Isso porque ele serve de parâmetro para definir a consistência do concreto que será utilizado em obra (VICTOR, 2020).

Um concreto de *Slump* alto é, em geral, fácil de ser lançado e adensado e, portanto, considerado de boa “trabalhabilidade”. O conceito de trabalhabilidade de um concreto está ligado basicamente à maneira de efetuar seu adensamento (CARVALHO; FIGUEREDO FILHO, 2013).

Em relação aos valores do *Slump*, os mais usuais em obras são os de 10 +/- 2 cm e 12 +/- 2 cm para estruturas convencionais, como lajes, vigas, pilares e elementos de fundação (SCHNEIDER, 2020a).

1.1.2 Preparação dos corpos de prova

Para o controle da resistência à compressão, são moldados corpos de prova cilíndricos para cada caminhão betoneira ou para cada traço de concreto executado em obra.

A resistência à compressão do concreto é conhecida como F_{ck} , uma sigla que em inglês significa Feature Compression Know e em português significa resistência característica do concreto à compressão. Ela é medida em megapascal (MPa), e cada 1 MPa corresponde a uma resistência aproximada de 10 kgf/cm². O F_{ck} indica, portanto, a qual tensão o concreto tem capacidade de resistir. Essa tensão é a resultante da divisão entre a força e a área em que ela atuará. Dessa forma, os testes de resistência no concreto possibilitam confirmar a tensão máxima a que ele resistirá antes de sofrer ruptura (APL ENGENHARIA, 2018).

O F_{ck} do concreto é uma característica essencial para todo tipo de projeto e obras de engenharia. Ele é definido logo no início da elaboração de um projeto estrutural. Para isso devem ser levadas em consideração as características da obra, as características da estrutura, as recomendações normativas e não menos importante o custo-benefício, visto que o valor do concreto varia de acordo com a resistência (SCHNEIDER, 2020b).

É de extrema importância a padronização dos procedimentos de ensaio para a obtenção de resultados de resistência à compressão de corpos de prova com baixa dispersão e reproduutíveis entre diferentes laboratórios (SOUSA, 2006).

1.1.3 Mapeamento do concreto

A própria NBR 12655 (ABNT, 2022) prevê que a estrutura seja dividida em lotes para o controle de recebimento do concreto, o que pressupõe, em termos práticos, que seja efetuado um mapeamento dos locais que receberam o concreto de cada caminhão betoneira. Essa é uma providência fundamental que deve ser efetuada em qualquer obra para que se possa ter um processo de controle efetivo (HELENE; SILVA FILHO, 2011).

É preciso saber em qual parte da estrutura o concreto de cada caminhão betoneira foi lançado, porque se houver algum problema na qualidade desse material, o engenheiro saberá quais partes foram afetadas. Desta forma, se o concreto não atingir a resistência ideal, dependendo do local dá para tolerar, mas há regiões críticas da estrutura que precisam ser reforçadas ou, em caso extremo, demolidas e refeitas (CARMONA, 2017).

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

Esse trabalho visa analisar como é realizado o controle tecnológico do concreto lançado na estrutura do empreendimento de uso misto localizado em Caruaru-PE, e como é possível através desse controle, obter uma obra executada com qualidade e segurança, respeitando as normas brasileiras da construção civil.

1.2.2 Objetivos específicos

Para que seja possível atender ao objetivo geral, o presente trabalho abordará os seguintes objetivos específicos:

- Verificar o ensaio que é realizado no concreto após seu recebimento de acordo com a NBR 16889 (ABNT, 2020);
- Analisar as técnicas que são empregadas na moldagem e armazenamento dos corpos de prova do concreto de acordo com a NBR 5738 (ABNT, 2016);
- Identificar o procedimento utilizado no mapeamento do concreto que possibilita constatar o local exato onde cada traço de concreto foi lançado.

2 METODOLOGIA

2.1 Classificação da pesquisa

O presente trabalho é classificado como um estudo de caso com o intuito de apresentar como é realizado a aplicação do tema proposto na prática. Para Yin (2005) o estudo de caso é o método mais adequado para conhecer em profundidade todas as nuances de um determinado fenômeno organizacional. Nesse sentido, mesmo conduzindo-se um caso único, podem-se tentar algumas generalizações, quando o contexto envolve casos decisivos, raros, típicos, reveladores e longitudinais.

O estudo de caso concentrou-se na área de controle tecnológico do concreto, estabelecendo uma análise comparativa entre as práticas recomendadas e a aplicação real desse controle no empreendimento escolhido para o estudo. Para facilitar esse comparativo, o estudo iniciou com uma pesquisa bibliográfica abrangente que detalhou de forma objetiva como devem ser executados todos os procedimentos do controle tecnológico do concreto. Em seguida, foi conduzido uma pesquisa qualitativa minuciosa do empreendimento em questão, com o objetivo de avaliar suas práticas, identificar desafios e propor soluções pertinentes.

Oliveira (2007) afirma que a principal finalidade da pesquisa bibliográfica é proporcionar aos pesquisadores o contato direto com obras, artigos ou documentos que tratem do tema em estudo, e ainda afirma que o mais importante para quem faz opção pela pesquisa bibliográfica é ter a certeza de que as fontes a serem pesquisadas já são reconhecidamente do domínio científico.

Além disso, a pesquisa bibliográfica busca a resolução de um problema (hipótese) por meio de referenciais teóricos publicados, analisando e discutindo as várias contribuições científicas. Esse tipo de pesquisa trará subsídios para o conhecimento sobre o que foi pesquisado, como e sob que enfoque e/ou perspectivas foi tratado o assunto apresentado na literatura científica (BOCCATO, 2006).

Por outro lado, os estudos qualitativos se caracterizam como aqueles que buscam compreender um fenômeno em seu ambiente natural, onde esses ocorrem e do qual faz parte. Para tanto o investigador é o instrumento principal por captar as informações, interessando-se mais pelo processo do que pelo produto. As informações ou dados coletados podem ser obtidos e analisados de várias maneiras dependendo do objetivo que se deseja atingir (KRIPKA; SCHELLER; BONOTTO, 2015).

2.2 Caracterização do empreendimento

A pesquisa será realizada em uma das torres do empreendimento de uso misto que está localizado no centro da cidade de Caruaru-PE, em uma área predominantemente comercial. É um empreendimento de grande importância social e econômica para a cidade, pois atenderá ao público comercial, residencial e empresarial, reunindo 180 apartamentos, 225 salas comerciais e 80 lojas em um shopping a céu aberto. Seu grande intuito é revitalizar e transformar o centro da cidade, oferecendo uma experiência mais integrada de viver e trabalhar. Ao todo, serão duas torres de 15 andares, um edifício-garagem com 7 pavimentos e o *mall* aberto com duas praças de alimentação.

Com o intuito de preservar a confidencialidade das informações que aqui serão apresentadas, optou-se por omitir os nomes do empreendimento e da empresa encarregada pela sua construção. Assim sendo, o empreendimento em foco será citado como "empreendimento X", enquanto a construtora responsável pelo empreendimento será designada como "empresa Z".

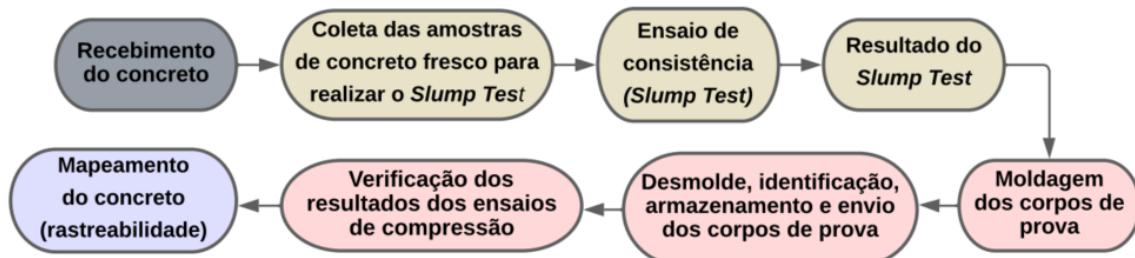
O empreendimento X, na data de 20 de setembro de 2023, encontra-se com cerca de 80,65% da estrutura realizada, mas a torre empresarial, que será o foco nessa pesquisa, está com sua estrutura 100% executada e todo o processo de execução e de controle tecnológico do concreto dessa torre foi acompanhada pelo autor desse artigo.

Nos próximos tópicos serão abordados como devem ser realizadas todas as etapas referentes ao controle tecnológico do concreto, baseando-se nas normas.

2.3 Procedimentos para o controle tecnológico do concreto

O procedimento para a realização de cada etapa do controle tecnológico do concreto seguirá o fluxograma apresentado na Figura 1 e estas etapas serão mais detalhadas nos tópicos seguintes.

Figura 1 – Fluxograma do controle tecnológico do concreto



Fonte: Autor (2023).

2.3.1 Recebimento do concreto

Nessa etapa, quando se trata de um concreto usinado, o primeiro passo é realizar a conferência da nota fiscal do concreto que acabou de chegar na obra, deve-se conferir o horário que o caminhão betoneira saiu da usina, as especificações técnicas, se o lacre contido no caminhão está intacto e se é o mesmo número do lacre apresentado na nota fiscal, e etc. Se esses dados estiverem de acordo com o que foi solicitado pelo contratante, então o concreto está liberado para ir para a próxima etapa.

2.3.2 Coleta das amostras de concreto fresco para realizar o *Slump Test*

De acordo com a NBR 16886 (ABNT, 2020), para realização do ensaio de abatimento (*Slump Test*), ou outros ensaios necessários para verificação das propriedades especificadas para o concreto fresco, a amostra pode ser coletada após a descarga aproximada dos primeiros 50 L.

Para realizar a coleta das amostras é fundamental que o recipiente intercepte a totalidade da seção do fluxo de concreto no ponto de descarga do caminhão betoneira.

2.3.3 Ensaio de consistência (*Slump Test*)

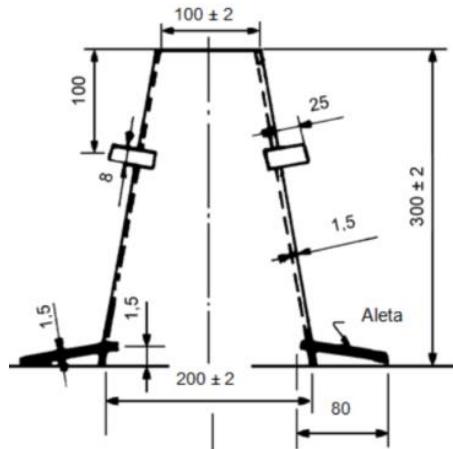
De acordo com a NBR 12655 (ABNT, 2022), para o concreto preparado por empresa de serviços de concretagem devem ser realizados ensaios de consistência a cada betonada. E para o concreto preparado pelo construtor da obra, devem ser realizados ensaios de consistência sempre que ocorrerem alterações na umidade dos agregados e nas seguintes situações: na primeira amassada do dia; ao reiniciar o preparo após uma interrupção da jornada de concretagem de pelo menos 2 h; na troca dos operadores; cada vez que forem moldados corpos de prova.

Primeiramente, a amostra coletada deve ser misturada novamente com uma concha metálica ou uma pá, dentro do recipiente da coleta ou sobre uma superfície limpa e não absorvente, a fim de tornar a amostra uniforme antes de lançá-la no molde.

A maneira de realizar o *Slump Test* é regida pela NBR 16889 (ABNT, 2020), onde especifica um método para determinação da consistência do concreto fresco pela medida de seu assentamento, em laboratório e obra. Para realização do *Slump Test* será necessário utilizar os seguintes aparelhos, um molde no formato de tronco de cone, como mostrado na Figura 2, uma

haste de adensamento, uma placa de base, uma concha metálica de seção U e uma trena ou régua.

Figura 2 – Dimensões em milímetros de um tronco de cone



Fonte: NBR 16889 (ABNT, 2020).

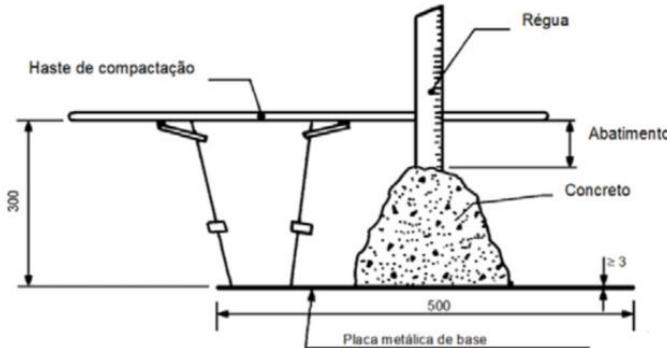
A NBR 16889 (ABNT, 2020) também especifica como deve ser realizado o ensaio, que é da seguinte forma, deve-se colocar a placa de base sobre uma superfície rígida, plana, horizontal e livre de vibrações. Umedecer o molde e a placa de base e colocar o molde sobre a placa de base.

Durante o preenchimento do molde com o concreto de ensaio, utilizando a concha de seção U, o operador deve se posicionar com os pés sobre as aletas, de forma a mantê-lo estável. Encher rapidamente o molde com o concreto coletado conforme a etapa 2.3.2, em três camadas, cada uma com aproximadamente um terço da altura do molde. Cada camada é adensada com 25 golpes da haste. Após o adensamento, deve-se rasar a superfície do molde, de modo a remover o excesso de concreto.

Em seguida, deve-se retirar o molde do concreto, levantando-o cuidadosamente na direção vertical. A operação de retirar o molde deve ser realizada em 4 a 6 segundos, com um movimento constante para cima, sem submeter o concreto a movimentos de torção lateral.

Imediatamente após a retirada do molde, medir o abatimento do concreto, determinando a diferença entre a altura do molde e a altura do eixo do corpo de prova, que corresponde à altura média do corpo de prova desmoldado, como mostrado na Figura 3, aproximando aos 5 mm mais próximos. Desta forma, obtém-se o resultado do *Slump Test*, que será comparado com o valor de *Slump* que foi solicitado pela contratante.

Figura 3 – Medida do abatimento



Fonte: NBR 16889 (ABNT, 2020).

2.3.4 Resultado do *Slump Test*

O resultado do *Slump Test* corresponde a medida do abatimento coletada. Caso o resultado tenha sido abaixo do solicitado, por exemplo, foi solicitado um concreto com *Slump* de 12 ± 2 centímetros e o resultado do *Slump* foi de 8 centímetros, então, pode-se adicionar uma determinada quantidade de água no concreto contido no caminhão e misturá-lo. Mas essa quantidade de água tem um limite, onde se não for ultrapassado a concreteira garante que o concreto atenderá ao f_{ck} solicitado, e esse limite consta também na nota fiscal.

Após a água ter sido adicionada e o concreto ter sido misturado novamente, deve ser realizado um novo *Slump Test*. Caso o concreto fique dentro do *Slump* solicitado, ele está autorizado a ser lançado nos elementos estruturais, porém, se a quantidade de água adicionada já tiver atingido o limite máximo e o concreto ainda não atingiu o *Slump* solicitado, o caminhão que contém o concreto deve ser encaminhado para a concreteira redosar esse concreto.

Por outro lado, o resultado do *Slump Test* pode ficar acima do solicitado. Por exemplo, foi solicitado um concreto com *Slump* de 12 ± 2 centímetros e o resultado do *Slump* foi de 16 centímetros, logo, deve-se rejeitar esse concreto e encaminhá-lo novamente para concreteira redosar.

2.3.5 Moldagem dos corpos de prova

Segundo a NBR 5738 (ABNT, 2016), cada exemplar deve ser constituído por dois corpos de prova (CP's) da mesma amassada para cada idade de rompimento. A quantidade de CP's moldado por concreto vai depender de cada obra, mas em geral são moldados 4 CP's por caminhão ou traço de concreto.

Destes 4 corpos de prova, 2 são ensaiados com uma determinada idade, enquanto os outros 2 somente irão ser ensaiados caso os dois primeiros rompidos não atinjam a resistência solicitada pelo projeto, como uma contraprova. Esse procedimento assegura uma avaliação abrangente da resistência do concreto em diferentes estágios de maturação.

Conforme a norma NBR 5738 (ABNT, 2016), para moldar corpos de prova (CPs), são usados moldes cilíndricos com altura igual ao dobro do diâmetro, que pode variar entre 10 cm, 15 cm, 20 cm, 25 cm, 30 cm ou 45 cm. Esses moldes devem ter laterais e base feitas de aço ou outro material não absorvente, resistente o suficiente para manter sua forma durante a moldagem. Antes de moldar os CPs, é necessário revestir os moldes internamente com uma fina camada de óleo mineral ou outro lubrificante que não reaja com o cimento Portland.

Quanto ao procedimento de moldagem dos CP's a NBR 5738 (ABNT, 2016) apresenta que a coleta da amostra deve ser realizada durante a operação de descarga, após a retirada dos primeiros 15% e antes de completar a descarga de 85% do volume total da betonada e deve-se proceder uma prévia remistura da amostra para garantir a sua uniformidade e colocar o concreto dentro dos moldes em número de camadas que corresponda ao que determina a Figura 4, utilizando uma concha de seção U.

Figura 4 – Número de camadas para moldagem dos corpos de prova

Tipo de corpo de prova	Dimensão básica (d) mm	Número de camadas em função do tipo de adensamento		Número de golpes para adensamento manual
		Mecânico	Manual	
Cilíndrico	100	1	2	12
	150	2	3	25
	200	2	4	50
	250	3	5	75
	300	3	6	100
	450	5	–	–

Fonte: NBR 5738 (ABNT, 2016).

Já para o procedimento de adensamento manual dos CP's deve ser realizar primeiramente a definição do número de camadas e de golpes, devem ser atendidos os requisitos da Figura 4, em seguida deve-se introduzir o concreto no molde em camadas de volume aproximadamente igual e adensar cada camada utilizando a haste.

Na moldagem, é essencial que cada camada do concreto seja adequadamente compactada. A primeira camada deve ser atravessada pela haste durante o adensamento, sem bater na base do molde. Cada camada subsequente também deve ser compactada, com a haste penetrando 20 mm na camada anterior, evitando vazios. Na última camada, o concreto em excesso é utilizado

para completar o volume do molde, permitindo o nivelamento com uma régua metálica ou colher de pedreiro apropriada.

Por fim, os CP's devem aguardar o período inicial de cura para que possam ser desmoldados, esse período corresponde as primeiras 24 horas após a moldagem, onde segundo a NBR 5738 (ABNT, 2016), durante esse período todos os corpos de prova devem ser armazenados em local protegido de intempéries, sendo devidamente cobertos com material não reativo e não absorvente, com a finalidade de evitar perda de água do concreto.

2.3.6 Desmolde, identificação, armazenamento e envio dos corpos de prova

De acordo com a norma NBR 12655 (ABNT, 2022), os corpos de prova usados para verificar a qualidade e uniformidade do concreto devem ser desmoldados após o período inicial de cura.

Segundo a NBR 5738 (ABNT, 2016), após serem desmoldados, os CP's devem ser identificados e acondicionados a uma solução saturada de hidróxido de cálcio a aproximadamente 23°C ou em câmara úmida na mesma faixa de temperatura e umidade relativa do ar superior a 95% e não podem ficar expostos ao gotejamento nem à ação de água em movimento.

Após atingir a idade de rompimento escolhida, dois corpos de prova serão enviados para serem ensaiados.

2.3.7 Verificação dos resultados dos ensaios de compressão

Conforme a norma NBR 12655 (ABNT, 2022), toma-se como resistência do exemplar o maior dos dois valores obtidos no ensaio de resistência à compressão, sendo assim, se um dos dois CP's enviados para serem ensaiados, por exemplo, com 28 dias, atingir a resistência solicitada pelo projeto, estes são tidos como aprovados, ou seja, todo o concreto que foi descarregado pelo caminhão de onde as amostras foram coletadas apresenta a resistência a compressão solicitada pelo projeto estrutural.

Por outro lado, se os dois CP's enviados para serem ensaiados não atingirem resistência solicitada pelo projeto, estes são tidos como reprovados e consequentemente será preciso enviar os outros dois CP's, caso tenham moldado mais de 2 CP's, que estão no tanque, para serem ensaiados com outra determinada idade, por exemplo, com 63 dias.

Por fim, se um dos dois CP's enviados para serem ensaiados com 63 dias atingir a resistência solicitada pelo projeto, estes são tidos como aprovados, por outro lado, se nenhum desses dois

últimos CP's enviados para serem ensaiados com a idade de 63 dias atingirem a resistência solicitada pelo projeto, será preciso entrar em contato com o engenheiro estrutural responsável pela estrutura da obra para realizar uma análise mais detalhada se a resistência obtida está dentro da faixa de segurança ou se será preciso realizar algum ensaio onde o concreto foi lançado ou até mesmo se será preciso realizar reforços estruturais nos elementos executados com aquele concreto.

2.3.8 Mapeamento do concreto (rastreabilidade)

Essa etapa ocorre em paralelo com a etapa 2.3.5, já que após a etapa 2.3.4 ser satisfeita o concreto pode ser coletado para a moldagem dos corpos de prova (etapa 2.3.5) e está liberado para ser lançado nos elementos estruturais.

O mapeamento tem o objetivo de identificar onde cada caminhão ou traço de concreto foi lançado na estrutura e caso algum dos concretos lançados não atinja a resistência mínima exigida pela estrutura será possível identificar, com uma boa precisão, quais elementos estruturais foram afetados por aquele determinado concreto.

Esse mapeamento é realizado pintando ou preenchendo a planta de forma da laje ou do elemento concretado, a cada concreto diferente adota-se uma cor ou marcação diferente e também a identificação do concreto é feita de maneira similar ao que foi adotado pelo colaborador responsável pela moldagem dos corpos de prova.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Controle tecnológico do concreto utilizado no empreendimento X

Para realizar essa verificação, o autor acompanhou minuciosamente várias concretagens da estrutura da Torre Empresarial, bem como todos os processos subsequentes à concretagem. Simultaneamente, a equipe de engenharia também forneceu informações adicionais relevantes para o estudo.

Essa verificação envolveu uma série de análises que seguiram a sequência delineada no fluxograma apresentado na Figura 1. Essa abordagem permitiu correlacionar as informações obtidas a partir da literatura e das normas com as práticas aplicadas no campo.

3.1.1 Recebimento do concreto

Durante essa análise, foi constatado que a empresa Z executa de forma exemplar todos os procedimentos relacionados ao recebimento de concreto no empreendimento X. Isso inclui uma minuciosa verificação de todas as informações presentes na nota fiscal, como o horário de saída do caminhão betoneira da usina, as especificações técnicas, a integridade do lacre no caminhão (assegurando que ele esteja intacto e corresponda ao número de lacre especificado na nota fiscal), e demais critérios relevantes.

3.1.2 Realização do *Slump Test*

Nesse procedimento de coleta das amostras de concreto fresco para realizar o *Slump Test* identificou-se uma falha significativa, visto que a coleta da amostra ocorre no momento do início da descarga do concreto, como é mostrado na Figura 5, ao invés de após aproximadamente 50 litros de concreto já terem sido descarregados, conforme preconizado pela norma NBR 16886 (ABNT, 2020).

Figura 5 – Coleta da amostra no início da descarga do concreto



Fonte: Autor (2023).

Como consequência, o valor do *Slump Test* obtido a partir do ensaio da amostra coletada pode não refletir com fidelidade o valor do *Slump* do concreto presente no caminhão betoneira.

Já em relação à quando realizar o *Slump Test*, foi evidenciado que a equipe está rigorosamente aderindo à recomendação de realizar ensaios de consistência a cada betonada de todas as concretagens. Além disso, no que se refere aos concretos preparados pela própria

equipe do empreendimento X, eles além de atender as diretrizes normativas, vão um pouco além, uma vez que executam o *Slump Test* sempre que um novo traço de concreto é elaborado.

No que tange à execução do *Slump Test*, estritamente regida pela NBR 16889 (ABNT, 2020), a equipe responsável demonstra um cumprimento quase que total dos procedimentos recomendados. Isso abrange a correta remistura da amostra, a utilização das ferramentas apropriadas, o adequado umedecimento do molde e da placa de base, o preciso posicionamento do operador com os pés sobre as aletas, o meticoloso preenchimento do molde em três camadas, efetuam a devida compactação das camadas com o número correto de golpes e realizam o rasamento eficaz do excesso de concreto na última camada do molde, conforme ilustrado na Figura 6.

Figura 6 – Preenchimento do molde



Fonte: Autor (2023).

Além disso, conduzem com precisão a medição do abatimento do concreto, conforme demonstrado na Figura 7.

Figura 7 – Medição do abatimento do concreto



Fonte: Autor (2023).

Contudo, a equipe encarregada apresenta uma discrepância notável na etapa de retirada do molde do *Slump Test*. Durante esta fase, eles levam aproximadamente de 10 a 12 segundos para concluir a operação, em contraste com a recomendação da norma que estipula que esta ação deve ser realizada no período de 4 a 6 segundos.

Consequentemente, o valor do *Slump Test* obtido por meio da medição do abatimento do concreto não irá refletir com precisão o valor real do *Slump* do concreto presente no caminhão betoneira.

Por fim, ficou evidente que a equipe interpreta de forma correta os resultados do *Slump Test*, permitindo-lhes tomar decisões precisas, de acordo com cada resultado obtido. Ou seja, quando a equipe verifica que o valor do *Slump* do concreto está dentro dos valores solicitadas, eles liberam o concreto para ser lançado nos elementos estruturais.

No entanto, se o valor do *Slump* estiver abaixo do solicitado, a equipe é capaz de determinar a quantidade ideal de água a ser adicionada, sempre respeitando o limite máximo especificado na nota fiscal.

Por outro lado, quando o valor do *Slump* excede as especificações solicitadas, como foi o caso mostrado na Figura 8, a equipe comete a falha, pois invés de encaminhar esse concreto para ser redosoado pela concreteira, eles permitem que o caminhão fique na obra misturando o concreto por um período determinado e o *Slump* é feito novamente em variados intervalos de tempo até atingir o *Slump* solicitado.

Portanto, esse concreto possivelmente não atingirá a resistência solicitada pelo projeto, pois se o *Slump Test* deu acima do solicitado é um sinal que o concreto está com excesso de água, o que afetará diretamente na sua resistência final.

Figura 8 – Slump Test com valor elevado



Fonte: Autor (2023).

3.1.3 Moldagem, armazenamento e envio dos corpos de prova

No que diz respeito à moldagem dos corpos de prova ao longo de todas as concretagens, observou-se que várias etapas estão em conformidade com a NBR 5738 (ABNT, 2016). Isso inclui a moldagem da quantidade adequada de exemplares, o uso de moldes cilíndricos com laterais e base em aço e nas dimensões corretas, além de realizarem uma lubrificação com uma fina camada de óleo mineral no interior dos moldes antes da moldagem, como mostrado na Figura 9. Além disso, a equipe realiza a remistura da amostra antes da moldagem dos corpos de prova, seguindo o número correto de camadas e golpes, e as camadas são corretamente compactadas.

Figura 9 – Camada de óleo mineral no interior dos moldes



Fonte: Autor (2023).

No entanto, a equipe enfrenta uma deficiência significativa na etapa que envolve a coleta da amostra para a moldagem dos corpos de prova. Em campo, a coleta é realizada assim que se inicia o descarregamento do concreto. Porém, de acordo com as diretrizes da NBR 5738 (ABNT, 2016), a coleta deve ocorrer após a descarga dos primeiros 15% do concreto e antes que a descarga atinja 85% do volume total do concreto contido no caminhão betoneira. Consequentemente, o concreto coletado não representará fielmente o concreto lançado na estrutura do empreendimento.

Além disso, a equipe apresenta uma deficiência na fase subsequente à moldagem, uma vez que não cumpre com as diretrizes da NBR 5738 (ABNT, 2016). A norma estabelece que durante o período inicial de cura todos os corpos de prova devem ser devidamente cobertos com material não reativo e não absorvente após a moldagem. No entanto, em campo, foi observado que a equipe não segue esta prática, deixando os CP's descobertos durante o período inicial de

cura, desta forma, facilitando a perda de água do concreto, como mostrado na Figura 10, o que influenciará diretamente na resistência final dos corpos de prova.

Figura 10 – CP's descobertos durante o período inicial de cura



Fonte: Autor (2023).

Já em relação ao desmolde ficou evidente que a equipe não está seguindo as recomendações estabelecidas pela NBR 12655 (ABNT, 2022). De acordo com esta norma, os corpos de prova devem ser desmoldados após o período inicial de cura, ou seja, após 24 horas. No entanto, a equipe encarregada do desmolde tem o hábito de desmoldar os CP's no dia seguinte, independentemente de terem se passado as 24 horas completas, e, em alguns casos, devido à falta de planejamento, os CP's foram desmoldados após mais de 36 horas desde sua moldagem.

Em seguida, após o desmolde, foi possível verificar que a equipe realiza de forma precisa a identificação dos CP's. No entanto, foi constatado que o armazenamento está sendo conduzido de maneira incorreta. Os CP's estão sendo armazenados em um tanque contendo água proveniente de caminhões pipa, em vez de serem colocados em uma solução saturada de hidróxido de cálcio a aproximadamente 23°C ou em câmara úmida, conforme recomendado pela NBR 5738 (ABNT, 2016). Além disso, outra não conformidade em relação à norma é que os CP's não estão protegidos contra gotejamentos, pois no tanque onde estão armazenados há a possibilidade de entrada de respingos de água provenientes de chuva, como mostrado na Figura 11.

Como resultado do não cumprimento dessas recomendações, possivelmente haverá um impacto direto na aceleração da perda de água do concreto, que por sua vez, interferirá diretamente na resistência final dos corpos de prova.

Por fim, ao analisar o processo de envio dos CP's com as idades determinadas, que no empreendimento em questão são de 28 e 63 dias, verificou-se que estava em conformidade com as exigências estabelecidas pela NBR 5738 (ABNT, 2016), já que os CP's são retirados dos tanques de armazenamento somente no momento em que serão enviados para ensaios. Ao chegar ao laboratório, eles são mantidos em câmara úmida até o momento do ensaio, garantindo que não ocorra a secagem das superfícies dos corpos de prova entre o momento em que são retirados do local de cura e a realização do ensaio.

Figura 11 – Local de armazenamento dos CP's



Fonte: Autor (2023).

Por fim, ficou evidente que a equipe responsável pela verificação dos resultados dos ensaios, fornecidos por uma terceirizada, demonstra um profundo entendimento e adere com precisão aos procedimentos estabelecidos na norma NBR 12655 (ABNT, 2022).

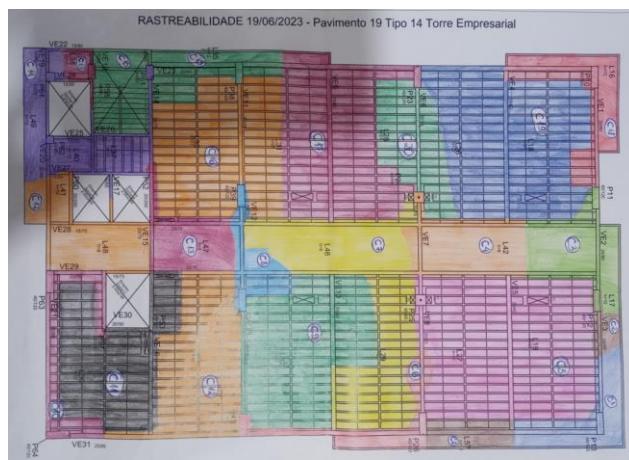
A equipe segue de maneira diligente e consistente os protocolos que envolvem a análise dos resultados dos ensaios. Essa abordagem rigorosa é fundamental para assegurar a qualidade e a segurança da estrutura construída. O comprometimento da equipe em cumprir esses procedimentos contribui significativamente para a integridade estrutural da obra, proporcionando tranquilidade quanto à resistência do concreto utilizado na construção.

3.1.4 Mapeamento do concreto (rastreabilidade)

Nesta etapa foi possível observar que tanto a equipe encarregada do preenchimento do mapa de concretagem quanto a equipe responsável pela moldagem e identificação dos corpos de prova demonstram uma comunicação eficaz. Sempre que um caminhão inicia ou finaliza o processo de descarregamento, a equipe de moldagem e identificação prontamente informa à equipe de preenchimento, desta forma, possibilitando que seja registrado no mapa de concretagem a localização exata de cada concreto que está sendo lançado nos elementos estruturais.

Sendo assim, é notório que o empreendimento X apresentará precisos mapas de concretagem (rastreabilidade), como é o exemplo mostrado na Figura 12, os quais desempenham um papel fundamental na gestão e no monitoramento do controle tecnológico do concreto.

Figura 12 – Mapa de concretagem do pavimento 19 da torre empresarial



Fonte: Autor (2023).

4 CONCLUSÕES

Em suma, este trabalho desempenha um papel fundamental como guia para empresas no setor da construção civil, orientando-as na implementação eficaz do controle tecnológico do concreto. Ele oferece uma visão objetiva e concisa de como realizar adequadamente o controle tecnológico do concreto em projetos de construção com estruturas de concreto armado, sempre seguindo as normas brasileiras vigentes e a literatura especializada.

Paralelamente, foi apresentado que o controle tecnológico do concreto representa um processo de importância crítica e que ele atua como uma garantia de que os elementos

estruturais da construção atenderão de forma plena e precisa às demandas de qualidade e resistência estabelecidas nos projetos.

Além disso, ficou evidente que a adesão estrita às normas e especificações é o alicerce dessa confiabilidade, sendo vital na edificação de estruturas que perduram no tempo e fornecem segurança. Portanto, a meticulosa observância de cada fase deste processo não só é essencial para o sucesso dos empreendimentos, mas também para a preservação da integridade e bem-estar dos futuros usuários das construções e da população circunvizinha.

A análise minuciosa realizada no empreendimento X, sobre os procedimentos utilizados no seu controle tecnológico do concreto, revelou que há várias conformidades com as diretrizes normativas, mas também há áreas que requerem melhorias.

Embora a equipe tenha demonstrado excelência no recebimento e no mapeamento do concreto, foram identificadas não conformidades significativas em algumas concretagens, tais como a coleta inadequada de amostras de concreto fresco, tempos de retirada de moldes que estão fora dos padrões estabelecidos, permitem utilizar concretos com *Slump* acima do solicitado e práticas de armazenamento inadequadas para os corpos de prova. Essas não conformidades têm o potencial de impactar a qualidade e a durabilidade da estrutura construída, bem como a confiabilidade do controle tecnológico do concreto.

Portanto, é fundamental que a empresa Z responsável pelo empreendimento X aborde essas questões de forma proativa. Isso pode ser feito por meio da revisão e ajuste dos procedimentos operacionais, treinamento adicional da equipe e a implementação rigorosa das diretrizes normativas em todas as etapas do processo de controle tecnológico do concreto.

Desta forma, ao implementar essas melhorias, a empresa Z poderá assegurar que suas futuras estruturas, seja em Caruaru-PE ou em qualquer outra localidade, não apenas cumpram com os padrões de construção e segurança, mas também alcancem níveis superiores de longevidade e qualidade estrutural. Isso não só proporcionará tranquilidade aos profissionais envolvidos no projeto e aos futuros usuários da edificação, mas também garantirá a segurança da população vizinha à obra.

Por fim, para dar sequência a este estudo como proposta para trabalhos futuros, além da análise qualitativa das etapas do controle tecnológico do concreto utilizado na estrutura do empreendimento de uso misto, é importante realizar uma análise quantitativa desse processo. Isso implica na coleta e avaliação de todos os dados provenientes dos ensaios de compressão dos corpos de prova, permitindo, dessa forma, uma análise abrangente que embasará a discussão sobre a segurança da estrutura.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, B. S. O. Concreto armado: um estudo sobre o processo histórico, características, durabilidade, proteção e recuperação de suas estruturas. Rio de Janeiro: Departamento de engenharia de materiais e construção, 2016.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16886**: Concreto – Amostragem de concreto fresco. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

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

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

BASTOS, P. S. **Fundamentos do concreto armado**. São Paulo: Departamento de engenharia civil e ambiental, 2006.

COUTO, J. A. S; CARMINATTI, R. L; NUNES, R. R. A; MOURA, R. C. A. **O concreto como material de construção.** Sergipe, 2013.

CARVALHO, R. C.; FIGUEREDO FILHO, J. R. Cálculo e Detalhamento de Estruturas Usuais de Concreto Armado - Segundo a NBR 6118:2014. São Carlos, São Paulo, 2014.

Como a consistência do concreto interfere na sua trabalhabilidade?. **APL ENGENHARIA**, 2018. Disponível em: <<https://blog.apl.eng.br/como-a-consistencia-do-concreto-interfere-na-sua-trabalhabilidade/#:~:text=A%20trabalhabilidade%20do%20concreto%20%C3%A9,avalia%20pela%20consist%C3%A3ncia%20do%20concreto>>. Acesso em: 08 de setembro de 2023.

HELENE, P; SILVA FILHO, L. C. P. Análise de estruturas de concreto com problemas de resistência e fissuração. **Concreto: Ciência e Tecnologia**, v. 2, 2011.

CARMONA, T. Mapeamento da concretagem traz informações essenciais sobre elementos concretados. **MAPA DA OBRA**, 2017. Disponível em: <<https://www.mapadaobra.com.br/inovacao/mapeamento-da-concretagem-traz-informacoes-essenciais-sobre-elementos-concretados/#:~:text=O%20mapeamento%20da%20concretagem%20deve,Essas%20s%C3%A3o%20as%20informa%C3%A7%C3%A9is%20principais>>. Acesso em: 23 de agosto de 2023.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. **Concreto: microestrutura, propriedades e materiais**. São Paulo: Instituto Brasileiro do Concreto, 2008.

PINHEIRO, L. M; MUZARDO, C. D; SANTOS, S. P. **Estruturas de concreto – Capítulo 1.** USP – EESC – Departamento. Eng. de Estruturas, 2004.

NEVES, A. Por que utilizar concreto usinado nas suas obras?. **Blok, 2021.** Disponível em: <https://www.blok.com.br/blog/concreto-usinado>. Acesso em: 20 de maio de 2023.

PINHEIRO, L. M; MUZARDO, C. D; SANTOS, S. P. **Fundamentos do concreto e projeto de edifícios.** São Paulo: Departamento de Engenharia de Estruturas, 2007.

REGANATI, B. Fck do concreto: A história do concreto. **Concreto Usinado, 2020.** Disponível em: <<https://www.concretousinado.com.br/noticias/historia-concreto/>>. Acesso em: 29 de março de 2023.

Resistência do concreto: entenda a importância da realização de testes. **APL ENGENHARIA, 2018.** Disponível em: <<https://blog.apl.eng.br/resistencia-do-concreto-entenda-a-importancia-da-realizacao-de-testes/#:~:text=Resist%C3%A3ncia%20%C3%A0%20compress%C3%A3o%20do%20concreto&text=Ela%20%C3%A9%20medida%20em%20megapascal,%C3%A1rea%20em%20que%20ela%20atuar%C3%A1>>. Acesso em: 15 de agosto de 2023.

SCHNEIDER, N. Fck do concreto: o que é, como é obtido e quais são as recomendações normativas?. **Nelson Schneider, 2020.** Disponível em: <<https://nelsoschneider.com.br/fck-do-concreto/>>. Acesso em: 15 de agosto de 2023.

SCHNEIDER, N. Slump Test: tudo sobre o ensaio de abatimento do concreto. **Nelson Schneider, 2020.** Disponível em: <<https://nelsoschneider.com.br/slump-test/>>. Acesso em: 20 de agosto de 2023.

SOUSA, G. G. **Influência dos procedimentos de ensaio à compressão de corpos-de-prova cilíndricos no controle de qualidade do concreto.** 2006. 116 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

VICTOR, J. Abatimento do tronco de cone (Slump Test). **Guia da Engenharia, 2020.** Disponível em: <<https://www.guiadaengenharia.com/abatimento-slump-test/>>. Acesso em: 06 de junho de 2023.

ERIK FERNANDO SILVESTRE GALINDO DE CARVALHO

**ANÁLISE DAS ETAPAS DO CONTROLE TECNOLÓGICO DO CONCRETO
UTILIZADO NA ESTRUTURA DE UM EMPREENDIMENTO DE USO MISTO
LOCALIZADO NA CIDADE DE CARUARU-PE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Engenharia Civil do Campus Agreste da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, na modalidade de artigo científico, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Área de concentração: Construção Civil

Aprovado em 05 de outubro de 2023.

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a Dannúbia Ribeiro Pires (Orientadora)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof.^a Dr.^a Maria Victória Leal de Almeida Nascimento (Avaliadora)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Flávio Eduardo Gomes Diniz (Avaliador)
Universidade Federal de Pernambuco