



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

SÁVIO BARBOSA DOS SANTOS

**ACOMPANHAMENTO E AVALIAÇÃO DO CONTROLE TECNOLÓGICO DO
CONCRETO EM OBRA COMERCIAL DE GRANDE PORTE NO MUNICÍPIO DE
GURUPI-TO**

GURUPI

2021



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

SÁVIO BARBOSA DOS SANTOS

**ACOMPANHAMENTO E AVALIAÇÃO DO CONTROLE TECNOLÓGICO DO
CONCRETO EM OBRA COMERCIAL DE GRANDE PORTE NO MUNICÍPIO DE
GURUPI-TO**

Trabalho de Conclusão de curso apresentado a Coordenação do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil da Unidade Gurupi, do Instituto Federal do Tocantins, como exigência a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador (a): Prof.^a Ma. Kárita Christina Soares Kanaïama Alves.

GURUPI

2021



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas do Instituto Federal do Tocantins

B238a Barbosa Dos Santos, Sávio
 Acompanhamento e avaliação do controle tecnológico do
 concreto em obra comercial de grande porte no município de Gurupi-
 TO / Sávio Barbosa Dos Santos. – Gurupi, TO, 2021.
 49 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia
Civil) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do
Tocantins, Campus Gurupi, Gurupi, TO, 2021.

Orientadora: Ma. Kárita Christina Soares Kanaïama Alves

1. Controle tecnológico do concreto. 2. Cumprimento de requisitos
projetuais. 3. Acompanhamento e avaliação de concretagens. I.
Christina Soares Kanaïama Alves, Kárita. II. Título.

CDD 624

A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio, deste documento é autorizada para fins
de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica do IFTO com os dados fornecidos
pelo(a) autor(a).



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

SÁVIO BARBOSA DOS SANTOS

**ACOMPANHAMENTO E AVALIAÇÃO DO CONTROLE TECNOLÓGICO DO
CONCRETO EM OBRA COMERCIAL DE GRANDE PORTE NO MUNICÍPIO DE
GURUPI -TO**

Trabalho de Conclusão de curso apresentado a
Coordenação do Curso de Bacharelado em
Engenharia Civil da Unidade Gurupi, do Instituto
Federal do Tocantins, como exigência a
obtenção do título de Bacharel em Engenharia
Civil.

Aprovado em: 09 / 12 / 2021

BANCA EXAMINADORA

Kárita Alves

Prof^ª. Ma. Kárita Christina Soares Kanaïama Alves

IFTO – *Campus* Gurupi

Clerson Dalvani Reis

Prof. Me. Clerson Dalvani Reis

IFTO – *Campus* Gurupi

Paulo Roberto de Oliveira Júnior

Prof. Especialista Paulo Roberto de Oliveira Júnior

IFTO – *Campus* Gurupi



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

À minha família: meus pais Lélío Sávio dos Santos e Laura dos Reis Barbosa Santos, minha irmã Laura Vitória B. dos Santos e aos meus avós Francisco B. Gomes e Conceição dos R. Barbosa.



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

AGRADECIMENTOS

Inicialmente, agradecer a Deus, por me dar força e coragem para prosseguir em mais uma etapa da minha vida, fazendo com que todo o processo se tornasse realidade.

A minha orientadora, Prof.^a Ma. Kárita Christina Soares Kanaïama Alves, pela orientação, paciência e dedicação na elaboração deste trabalho.

Aos demais professores, a direção e a administração do *Campus* que tive o prazer de conhecer ao longo do curso de Engenharia Civil.

A todos os meus amigos pelos momentos de convívio, apoio e incentivo. A todos que, de alguma forma, me ajudaram a vencer este desafio.



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

RESUMO

O concreto apresenta-se como um material versátil e muito útil a diversas aplicações. O composto formado pela mistura de água, cimento e agregados chegou em território nacional e hoje é utilizado em larga escala. Dessa maneira, inúmeras tipologias foram incluídas visando o melhor aproveitamento da composição, dentre as classes, o concreto ganha destaque quando inclui a armação metálica, transformando-o em concreto armado. O controle tecnológico do concreto surge como um método de gerenciamento das propriedades do composto, com a finalidade de atender demandas, como: dosagem, transporte, lançamento, adensamento, tempo de pega e cura do concreto. Além desses itens, os ensaios aparecem como uma maneira de atestar as características físicas da mistura, como resistência e trabalhabilidade. Desde o transporte até o lançamento, o objetivo geral deste trabalho é acompanhar e avaliar o controle tecnológico do concreto na intenção de garantir os atributos da mistura, certificando qualidade a edificação e desempenho satisfatório a estrutura. Para tanto, foi feito o acompanhamento das atividades de concretagem na obra, identificando os procedimentos adotados pela construtora referente ao controle tecnológico do concreto, e foi feita avaliação do cumprimento das respectivas normas técnicas e atendimento dos requisitos de projeto. Pensando nesses itens, foi elaborado um roteiro com todos os tópicos referente ao controle tecnológico do concreto, além de verificar se as diretrizes de projeto estavam conforme na prática. A finalidade do esquema é identificar os prós e contras que foram avaliados nas concretagens, e em caso de objeção, apresentar soluções para a empresa.

Palavras-chave: **Concreto. Controle tecnológico. Projeto. Soluções.**



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

ABSTRACT

Concrete presents itself as a versatile material and very useful for several applications. The compost formed by mixing water, cement and aggregates got in national territory and is now used on a large scale. In this way, numerous typologies were included aiming at the best use of the composition, among the classes, concrete is highlighted when it includes the metallic frame, transforming it into reinforced concrete. The technological control of concrete emerges as a method of managing the properties of the compound, with the purpose of meeting demands such as: dosage, transport, launching, densification, setting time and concrete curing. In addition to these items, the tests appear as a way to certify the mixture's physical characteristics, such as strength and workability. From transport to launch, the general objective of this work is to monitor and evaluate the technological control of the concrete in order to guarantee the attributes of the mixture, certifying the quality of the building and the satisfactory performance of the structure. To this end, the concreting activities at the work were monitored, identifying the procedures adopted by the construction company regarding the technological control of concrete, and an assessment of compliance with the respective technical standards and compliance with the project requirements was carried out. With these items in mind, a script was created with all the topics related to the technological control of concrete, in addition to verifying whether the design guidelines were complying in practice. The purpose of the scheme is to identify the pros and cons that were evaluated in the concreting, and in case of objection, to present solutions for the company.

Keywords: **Concrete. Technological control. Project. Solutions.**



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 – Areia natural	19
Figura 02 – Pedra britada	19
Figura 03 – Cimento	19
Figura 04 – Concreto bombeável	21
Figura 05 – Vibrador de concreto	24
Figura 06 – Aparelho de Vicat	25
Figura 07 – Croqui do rastreamento da concretagem	26
Figura 08 – Equipamentos do <i>Slump Test</i>	27
Figura 09 – Procedimentos para <i>Slump Test</i>	28
Figura 10 – Corpo de prova	29
Figura 11 – Instituição de ensino	33
Figura 12 – Bomba estacionária	34
Figura 13 – Concretagem em altura	35
Figura 14 – Amostra de concreto	35
Figura 15 – Corpos de prova moldados	36
Figura 16 – Medição do abatimento	40
Figura 17 – Relatório de ensaio	42
Gráfico 01 – Porcentagem de conformidades	38



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

LISTA DE SIGLAS

ABCP	Associação Brasileira de Cimento Portland
ABESC	Associação Brasileira das Empresas de Serviço de Concretagem do Brasil
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CPs	Corpos de Prova
GO	Goiás
IBRACON	Instituto Brasileiro de Concreto
LCC	Laboratório de Construção Celulares
NBR	Norma Brasileira
NM	Norma Mercosul
NR	Norma Regulamentadora
SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
TO	Tocantins



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

LISTA DE SÍMBOLOS

Fck	Resistência Característica do Concreto à Compressão
Mpa	Mega Pascal
m	Metros
m ²	Metros Quadrados
m ³	Metros Cúbicos



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Dimensões do <i>Slump Test</i>	28
Tabela 02 – Dimensões dos corpos de prova	30
Tabela 03 – Normas utilizadas	31
Tabela 04 – Itens avaliados	37
Tabela 05 – Legenda	37
Tabela 06 – Acompanhamento das concretagens	37
Tabela 07 – Resultados dos ensaios	40
Tabela 08 – Lista de verificações	43



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 Problema de Pesquisa	16
1.2 Justificativa.....	16
1.3 Objetivos	17
1.3.1 Objetivo geral	17
1.3.2. Objetivos específicos.....	17
2 REVISÃO DE LITERATURA	18
2.1 Popularização do uso do concreto na construção civil.....	18
2.2 O concreto na construção civil	18
2.2.1 Conceito	18
2.2.2 Tipos de concreto	20
2.2.2.1 Concreto armado.....	20
2.2.2.2 Concreto pré-moldado.....	20
2.2.2.3 Concreto bombeável	20
2.2.2.4 Concreto autoadensável.....	21
2.3 Controle tecnológico do concreto	21
2.3.1 Etapas	22
2.3.1.1 Dosagem.....	22
2.3.1.2 Transporte	22
2.3.1.3 Lançamento e adensamento	23
2.3.1.4 Tempo de pega	24
2.3.1.5 Tempo de cura	25
2.3.1.6 Rastreabilidade	25
2.4 Ensaios e procedimentos	26



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

2.4.1 Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone	26
2.4.2 Procedimento de moldagem de corpos de prova	29
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	30
3.1 Revisão sistemática da literatura.....	30
3.2 Revisão das normas.....	31
3.3 Acompanhamento dos serviços	32
3.4 Coleta de dados dos ensaios	32
3.5 A obra.....	33
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	33
4.1 Acompanhamento dos serviços	33
4.2 Avaliação das concretagens	36
4.3 Avaliação dos ensaios	39
4.4 Roteiro de verificações	42
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	44
5.1 Sugestões para os próximos trabalhos	45
REFERÊNCIAS.....	46



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

1 INTRODUÇÃO

O engenheiro civil José Zamarion Ferreira Diniz sustenta a ideia de que o concreto é o segundo material mais utilizado no mundo, sendo ultrapassado somente pela água (IBRACON, 2009). Dessa maneira, em território nacional, o composto também tem relevância, sendo um material presente na construção civil devido a sua versatilidade que o ajusta a cada uso. As diferentes maneiras de aplicação e finalidades distintas, fazem com que apareçam inúmeras tipologias com o propósito de conceder características adicionais a mistura.

A junção de cimento, água, agregados e em alguns casos, aditivos, resulta em um material resistente a esforços de compressão, o concreto, capaz de suportar cargas elevadas (BASTOS, 2006). O aditivo, quando adicionado à mistura, tem o intuito de modificar suas características, facilitando o emprego, manuseio e trazendo vantagens que não são comuns em seu estado fresco.

O concreto convencional geralmente é o mais empregado nas edificações, sem exigências de bombeamento, sendo conduzidos na obra por meios de transportes manuais, barateando o custo da obra.

Em vista de obter um composto endurecido com resistência a tração, o aço é adicionado na execução dos elementos estruturais. A união do concreto com armaduras de aço dá origem ao concreto armado, material empregado em diferentes tipos de estruturas.

Tendo-se em vista a variedade de tipos de concreto e os diferentes materiais que o compõem, somando-se a necessidade de se garantir o desempenho das estruturas, o controle de qualidade do concreto se apresenta como uma etapa indispensável da construção, visto que por meio dele são verificadas as características dos materiais exigidas no projeto, de modo que não se desenvolvam manifestações patológicas na edificação. Além disso, a ocorrência de falhas construtivas devido à má qualidade do material, afeta diretamente a vida útil da edificação.



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

Assim, dando continuidade ao processo do controle da qualidade, a adoção de normas cria regras padronizadas e boas práticas aos serviços e produtos executados na construção civil tendo como meta a obtenção dos resultados esperados (GOMIDE, 2009).

Segundo Recena (2015), a fim de garantir a qualidade no processo construtivo, o primeiro passo é certificar a essência dos insumos, em seguida, deve-se atestar o traço da mistura e, posteriormente, assegurar o controle da qualidade das operações de transporte, lançamento, adensamento e cura.

Com isso, o projeto estrutural é responsável por definir forma, dimensão e os materiais que serão utilizados, além disso, este deve informar a resistência e demais características da peça estrutural (CAMPITELLI, 2011). Dessa maneira, outro fator crucial para o seguimento e confirmação da qualidade nos processos construtivos do concreto é seguir os parâmetros contidos nos projetos.

De acordo com a Associação Brasileira das Empresas de Serviço de Concretagem do Brasil (ABESC) disserta acerca da ausência de controle tecnológico do concreto em obras e, cita, a falta de um responsável técnico e de um laboratório de controle *in loco*.

O não seguimento do controle tecnológico pode acarretar danos à estrutura, além de reduzir significativamente a vida útil da edificação. Estes prejuízos vão desde fissuras e trincas até a demolição da estrutura em casos extremos.

Diante disso, devido à ausência do controle tecnológico em grandes obras, juntamente com a má qualidade dos materiais, optou-se por dissertar acerca do tema exposto. Tal assunto é relevante pela dificuldade em seguir essas premissas que dão características únicas a edificação, além de reduzir as manifestações patológicas quando o processo é realizado conforme normativa.



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

1.1 Problema de Pesquisa

Há muito se sabe sobre as características do concreto e sobre seu uso. Logo, seguir os padrões de qualidade que são exigidos na Norma Brasileira (NBR) 12654 (ABNT, 1992) – controle tecnológico de materiais componentes do concreto, tais como dosagem, transporte, lançamentos e os ensaios referentes resistência e trabalhabilidade é muito relevante.

Entretanto, realizar o controle tecnológico do concreto tal como deve ser feito, ainda é uma atividade que demanda esforço dos responsáveis pela obra e em boa parte das construções não é visto como um processo fundamental a fim de manter a qualidade requerida pelo propósito do material.

Avaliando o objeto de estudo deste trabalho, pretende-se responder as seguintes questões:

- Ações que visam o seguimento do controle tecnológico são desenvolvidas no canteiro de obras?
- A construtora implementa métodos de avaliação dos parâmetros do concreto de modo a atender as exigências de projeto?
- Em casos de não conformidade, quais medidas a construtora aplica?

1.2 Justificativa

Na intenção de garantir a conformidade da edificação, o controle tecnológico do concreto desenvolve ações que certificam a qualidade dos materiais componentes do concreto. Atualmente, seguir esse controle é de grande valia, uma vez que a qualidade da composição é crucial para as demais etapas da obra.

Desde os requisitos do material ao lançamento do concreto na estrutura, o controle tecnológico tem a função de atender às especificações e normas vigentes, além de realizar os ensaios que confirmem a qualidade do material fornecido pelas concreteiras.



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

É fundamental para a sanidade da obra que os procedimentos adotados na concretagem tenham a devida atenção, pois um concreto com deficiências advindas da ausência do controle tecnológico pode ocasionar inúmeros problemas, como: fissuras, trincas, segregação da mistura, entre outros.

Acompanhar e atestar a qualidade do concreto desde a sua composição é fundamental, visando o seguimento do projeto executivo, garantindo as especificações e a vida útil da edificação.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo geral

Desde o pedido do concreto até sua cura, o objetivo geral deste trabalho é acompanhar e avaliar o controle tecnológico do concreto na intenção de garantir as propriedades da mistura, bem como desenvolver uma proposta de checklist para a construtora adotar em suas obras.

1.3.2. Objetivos específicos

- Identificar quais os procedimentos adotados pela construtora para realizar o controle tecnológico do concreto e seu atendimento às normas técnicas;
- Verificar o comprometimento da empresa prestadora de serviço acerca do tema;
- Observar se os resultados dos ensaios estão em acordo com as exigências dos projetos;
- Em casos de não conformidade, analisar os procedimentos adotados para solucionar cada caso;
- Elaborar roteiro com listas de verificações, a fim de auxiliar na avaliação do controle tecnológico do concreto e servindo de modelo para as próximas obras.



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Popularização do uso do concreto na construção civil

De acordo com Vasconcelos (1985), a origem do concreto armado no Brasil ainda é muito vaga, com pouco conteúdo conclusivo e até então com informações insuficientes.

Uma publicação do professor Antônio de Paula Freitas é a primogênita no que se tange sobre o emprego do concreto armado em território nacional. Em sua obra nomeada como “construções em cimento armado”, o docente da Escola Politécnica do Rio de Janeiro cita o cimento armado (material empregado na primeira década do século XX), como sendo utilizado pela primeira vez em residências na capital fluminense (OFICINA DE TEXTO, 2018).

Em seguida, devido ao êxito das construções envolvendo o cimento armado, o engenheiro Carlos Poma ainda executou outros seis prédios, fundações, escadas, muros e alguns reservatórios de água em Petrópolis, no interior do estado. A expansão do uso do cimento armado favoreceu a associação empresarial e proporcionou o uso de um novo sistema construtivo ao longo do país, ajudando na formação de engenheiros brasileiros e contribuindo para o desenvolvimento da construção civil nacional, fatores que não eram vistos anteriormente a descoberta do cimento armado. Essas estruturas evoluíram ao atual concreto armado, e hoje é predominante no Brasil (OFICINA DE TEXTO, 2018).

2.2 O concreto na construção civil

2.2.1 Conceito

Formado pela mistura entre cimento, areia (figura 01), pedra (figura 02) e água, o concreto não é tão duro e tampouco resistente quanto o aço, mas ainda é o material mais utilizado na construção civil. A resistência a água, baixo custo, manutenção simples, disponibilidade de materiais e a facilidade na obtenção de seções especiais torna o material popularizado no âmbito profissional (MEHTA E MONTEIRO, 2008).



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

Figura 01 – Areia natural.



Fonte: Construindo DECOR.

Figura 02 – Pedra britada.



Fonte: Pedreira Santo Antônio.

Principal componente do concreto, Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP) conceitua em seu guia que o cimento Portland (figura 03) é um pó fino com propriedades aglomerantes e que endurece sob o efeito referente a adição de água.

Figura 03 – Cimento.



Fonte: Grupo AE.



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

Com a evolução da construção civil, bem como o aperfeiçoamento do desempenho estrutural, o concreto resiste às tensões de compressão, porém possui baixa capacidade de suportar esforços de tração.

2.2.2 Tipos de concreto

2.2.2.1 Concreto armado

Segundo Botelho e Marchetti (2015), o concreto resiste à compressão dez vezes mais que à tração. Assim, visando o déficit deixado pelos esforços tracionados, a armação surge como solução para resistir a esses esforços.

Para Bastos (2019), “um conjunto de barras de aço forma a armadura, que envolvida pelo concreto origina o concreto armado, um excelente material para ser aplicado na estrutura de uma obra”.

2.2.2.2 Concreto pré-moldado

De acordo com El Debs (2017), o concreto pré-moldado refere-se ao processo de moldagem de elementos concretados fora de sua posição definitiva de utilização. O uso dessa tipologia de concreto promove a industrialização da construção, além de racionalizar a execução desse sistema construtivo.

2.2.2.3 Concreto bombeável

Com aumento vigente de edifícios em território nacional, o concreto bombeável (figura 04) surge como uma alternativa para suprir a demanda de concretar áreas com altura elevada. De acordo com Daibert (2014), a aparição de edificações verticalizadas tornou-se o concreto bombeável útil para ser aplicado em tempo lúcido e assim, a utilização de bombas unida a canos e mangotes faz com que esse material chegue as estruturas de difícil acesso.



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

Figura 04 – Concreto bombeável.



Fonte: Próprio autor.

2.2.2.4 Concreto autoadensável

Segundo Tutikian e Dal Molin (2008), essa tipologia reduz a mão de obra no canteiro, melhora o acabamento da superfície, aumenta a durabilidade, permite concretagens de peças com seções esbeltas, elimina o incômodo da vibração, permite obter ganhos ecológicos e torna o local mais seguro devido a redução do número de trabalhadores.

O concreto autoadensável pode ser conceituado como um material capaz de se alastrar de maneira uniforme e homogênea com suas próprias características, sem que haja o auxílio de vibradores, e somente com seus aspectos eles não tem ar incorporado (GRUNEWALD, 2004).

2.3 Controle tecnológico do concreto

Segundo Neville (2013), o controle tecnológico do concreto é um método eficiente que tem a função de aliar a composição do concreto com suas características futuras, a fim de dar durabilidade, aumentar desempenho e seguir os padrões preestabelecidos.



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

Desse modo, a necessidade do controle tecnológico surge a partir da determinação de consistência e resistência à compressão, ajudando integralmente na qualidade do concreto e reduzindo os riscos patológicos (PETRUCCI, 1998).

Em vista disso, os padrões de qualidade aliado ao controle tecnológico, visam reduzir os danos causados por vícios construtivos, assim, aumentando consideravelmente o tempo útil da edificação.

2.3.1 Etapas

2.3.1.1 Dosagem

A dosagem do concreto é resumida na escolha selecionada de componentes e materiais disponíveis em canteiro, determinando uma mistura com combinação eficiente que se transformará em um concreto com características que atendam o modelo de qualidade a ser seguido, garantindo o desempenho desejado (METHA E MONTEIRO, 2008).

2.3.1.2 Transporte

A mistura duradoura do concreto traz algumas consequências para o composto, como a perda do abatimento e aceleração do endurecimento. Aliado ao transporte demorado da massa, caso do pré-misturado, isso acarreta problemas inconvenientes (ERDOĞDU, 2005).

Segundo a NBR 7212 (ABNT, 2012), se o concreto for dosado em central, mensura-se tempo máximo de transporte da central a obra em 90 minutos. Já para o tempo máximo de descarga do concreto, estipula-se 150 minutos para que o composto seja aplicado.

Dessa maneira, o transporte do concreto deve ser realizado de maneira ágil a fim de minimizar as consequências atrelada a lentidão no percurso da central a obra. Efeitos aliados ao enrijecimento, como a falta de trabalhabilidade, dificuldade no



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

lançamento, adensamento e acabamento são características comuns do concreto caso o tempo descrito na NBR 7212 (ABNT, 2012) seja excedido.

2.3.1.3 Lançamento e adensamento

A NBR 14931 (ABNT, 2014) é referente a “execução de estruturas de concreto – procedimentos” dando ênfase nos tópicos 9.5 e 9.6 para o lançamento e adensamento do concreto, respectivamente.

De acordo com a NBR citada acima, o lançamento do concreto deve ser realizado de modo que cubra toda a armação, além de todos os componentes embutidos previsto em projeto. Ademais, o lançamento do composto não pode ser realizado após o início da pega do mesmo, afinal, a solidificação do concreto afeta na projeção, afligindo o controle tecnológico. Ainda, a operação de lançamento deve ser contínua, sem que haja interrupção, até que todo volume previsto em projeto seja concretado, favorecendo a ausência de junta fria nas estruturas.

De modo a evitar a segregação entre os componentes, para concretagens que ultrapassam a altura de 2 metros, recomenda-se o seguinte:

- Emprego de concreto com alto teor de argamassa e consistência desejada;
- Lançamento inicial de argamassa com composição semelhante a argamassa do concreto estrutural;
- Uso de itens que conduzam o concreto minimizando a segregação.

Imediatamente após o lançamento, a norma referida ainda cita a obrigação em vibrar ou apiloar o concreto com equipamento seja ele manual ou automatizado. O adensamento do composto deve preencher todos os cantos da forma, além de eliminar os vazios deixados pelo concreto. O excesso de vibração pode causar a segregação dos componentes e a falta dele pode acarretar nichos de concretagem, que futuramente deverão ser preenchidas por meio do grauteamento.

Para a vibração realizada com ferramentas de imersão (figura 05), deve-se tomar alguns cuidados, são eles:

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

- Utilizar o vibrador na posição vertical;
- Vibrar a estrutura em vários pontos;
- Manter o vibrador ligado e retirá-lo lentamente;
- Não permitir que o vibrador entre em contato com a forma ou armação; e
- Mudar o vibrador de posição a medida em que a superfície se encontrar com aspecto brilhante.

Figura 05 – Vibrador de concreto.



Fonte: Casa do soldador.

2.3.1.4 Tempo de pega

O termo pega refere-se à solidificação do cimento (METHA E MONTEIRO, 2006). Assim, o momento após a adição de água na mistura define-se o início da pega, período em que a composição desencadeia uma série de reações químicas visando o endurecimento do concreto.

Após a perda de trabalhabilidade da massa, determina-se o fim da pega, instante que o composto deixa de ser deformável a pequenos esforços e se transforma em uma massa rígida com características contrárias ao início da pega.

Segundo a NBR 16607 (ABNT, 2018), define -se tempo de pega sendo o intervalo de tempo transcorrido desde o momento em que o cimento entra em contato com a água até o momento em que a agulha de Vicat (figura 06) penetra 0,5 mm na pasta, em condições normalizadas de ensaio.



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

Figura 06 - Aparelho de Vicat.



Fonte: Contenco.

2.3.1.5 Tempo de cura

O termo cura do concreto é utilizado para estabelecer duas distintas maneiras. Dessa forma, a ocorrência de reações químicas simultâneas dos compostos anidros do cimento com a água é denominada de hidratação ou cura do concreto (KIHARA E CENTURIONE, 2005).

Conforme Neville e Brooks (2013), a cura do concreto mantém toda a mistura saturada e, eventualmente, cumprem uma segunda função. Essa incumbência extra está ligada a perda interna de água devido a auto dessecação, assim, deve-se substituir a água interna pela água do exterior, adicionando-a no concreto.

No entanto, entende-se por cura do concreto um conjunto de ações que tem a missão de evitar a evaporação da água contida no concreto, onde ela deverá reagir com o cimento, hidratando-o constantemente após a concretagem (BAUER, 2018).

2.3.1.6 Rastreabilidade

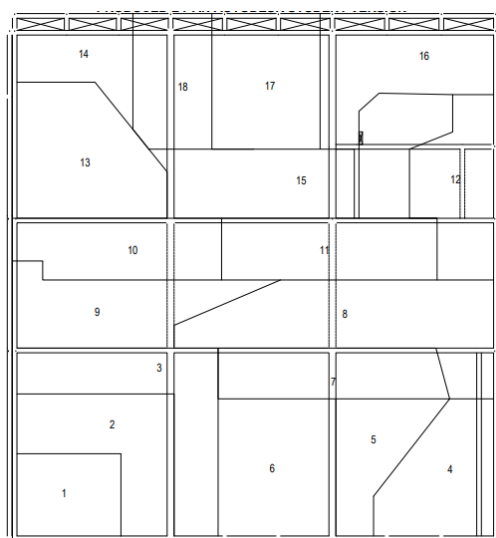
Segundo Ades (2015), a rastreabilidade de uma concretagem é uma etapa delicada e o responsável técnico tem a missão de acompanhá-la. Tal ação é notável pois consiste na marcação dos locais de concretagem que, futuramente facilitarão no

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

auxílio contra patologias construtivas e servirá de comparação com os resultados dos rompimentos dos corpos de prova.

Visando a demarcação das áreas de concretagem, espera-se que tenha um croqui (figura 07) em mãos indicando as regiões e o respectivos códigos dos caminhões. Este esboço auxiliará em caso de não conformidade ao longo da vida da edificação (ADES, 2015).

Figura 07 – Croqui do rastreamento da concretagem.



Fonte: Próprio autor.

O documento em questão serve como uma espécie de identificação, ele detalha a área da estrutura que foi concretada e seu respectivo caminhão betoneira que foi lançado na concretagem. Dessa maneira, o rastreamento ajuda no padrão de qualidade e através dele sabe-se o perímetro afetado, caso o concreto não siga os padrões de qualidade, pode ser feito o reforço somente na área de concretagem de um caminhão betoneira e não ao longo de toda a estrutura.

2.4 Ensaios e procedimentos

2.4.1 Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone

Não existe um ensaio aceitável que determine diretamente a trabalhabilidade do concreto. Contudo, dentre os meios que indicam indiretamente tal atividade dos



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

concretos convencionais e bombeados, pode-se citar o ensaio de abatimento ou *slump test*, sendo um método usado a fim de obter a trabalhabilidade por meio do abatimento do tronco de cone (NEVILLE, 2015).

Em sua maioria as normas técnicas especificam diferentes métodos de ensaio para a avaliação da trabalhabilidade, e a razão para isso, é que nenhum deles é capaz de abranger a grande variação de trabalhabilidade utilizada na prática. Entre os métodos de ensaio existentes está o ensaio de abatimento do tronco de cone (NBR NM 67, 1998).

O *slump test* (figura 08) tem a intenção de verificar se o método segue o projeto da edificação por meio do ensaio *in loco* e a comparação com a trabalhabilidade do concreto usinado. Em vista disso, na prática, concretos com mesmo abatimento ou mesma fluidez podem apresentar diferentes trabalhabilidades (YEN et al., 1999).

A NBR NM 67 (ABNT, 1998), referente ao ensaio de abatimento do tronco de cone é observada na execução do ensaio em cada concretagem, sendo verificada a conformidade dos equipamentos com os requisitos exigidos na tabela 01, bem como os procedimentos de execução do ensaio.

Figura 08 – Equipamentos do *Slump Test*.



Fonte: Próprio autor.



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

Tabela 01 - Dimensões do *slump test*.

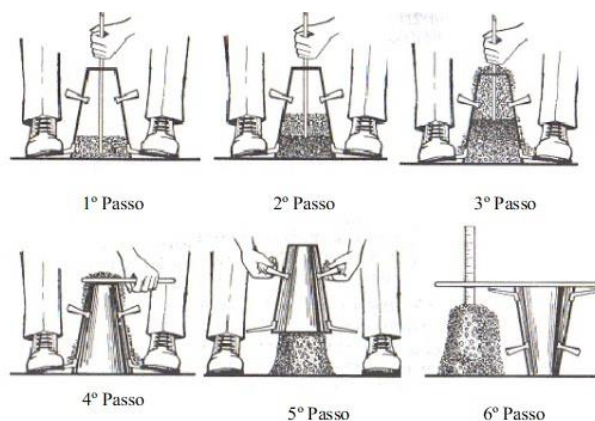
DIMENSÕES DO <i>SLUMP TEST</i>			
nº	Parte	Descrição	Dimensão (cm)
1	Base	Comprimento	50
2		Largura	50
3	Haste	Altura	60
4		Diâmetro	1,6
5	Tronco de Cone	Diâmetro Menor	10
6		Diâmetro Maior	20

Fonte: NBR NM 67 (1998).

Após a coleta da amostra, segue-se o procedimento para o ensaio (figura 09), seguindo sempre a normativa e os seguintes passos:

- 1) umedecer o molde e a base;
- 2) posicionar o pé sobre as haletas do molde;
- 3) preencher o molde com 3 camadas iguais;
- 4) aplicar 25 golpes em cada camada com a haste metálica e rasar a superfície;
- 5) retirar o molde em um intervalo de 5 a 10 segundos;
- 6) medir o abatimento por meio da diferença de altura entre o molde e da altura ensaiada.

Figura 09 – Procedimentos do ensaio *Slump Test*.



Fonte: Clube do Concreto.



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

2.4.2 Procedimento de moldagem de corpos de prova

De acordo com Neville (1997), os corpos de prova têm 2 formas, os cúbicos e cilíndricos, onde os cúbicos são utilizados na Grã-Bretanha, Alemanha e outros países da Europa e o cilíndrico são padronizados nos Estados Unidos, França, Canadá, Austrália e Nova Zelândia.

No Brasil, é utilizado o corpo de prova no formato cilíndrico (figura 10), entretanto, o parâmetro normativo é a ABNT NBR 5738 (2015), referente ao procedimento para moldagem e cura dos corpos de prova. Ao seguir a norma, entende-se a importância e a necessidade em aliar o concreto usinado fornecido pela concreteira aos procedimentos de qualidade em obra.

Desde o preparo a aplicação, o concreto passa por inúmeras etapas que podem afetar a sua qualidade. Com isso, os testes laboratoriais têm a intenção de confirmar a resistência de projeto, além de apresentar qualidade visando a vida útil da estrutura, segurança dos colaboradores e das demais pessoas que utilizarão o empreendimento futuro (MAPA DA OBRA, 2017).

Figura 10 - Corpo de prova.



Fonte: próprio autor.

Para a moldagem dos corpos de prova, observou-se o atendimento da NBR 5738 (ABNT, 2015), tanto na dimensão dos moldes para os corpos de prova (tabela 02), quanto em relação aos procedimentos de ensaio.



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

Tabela 02 - Dimensões dos corpos de prova.

DIMENSÕES DOS CORPOS DE PROVA			
nº	Parte	Descrição	Dimensão (cm)
1	Cilindro	Diâmetro	10
2		Altura	20

Fonte: ABNT NBR 5378 (2015).

A amostra de concreto deve ser retirada entre 15% e 85% de seu descarregamento. Em seguida, os moldes metálicos são preparados com um produto lubrificante não reagente com o cimento. Depois, aplica-se os passos a seguir:

- 1) posicionar os moldes em terreno regular livre de vibrações;
- 2) preencher o molde com 2 camadas iguais;
- 3) exceder quantidade de concreto na última camada;
- 4) aplicar 12 golpes em cada camada com a haste metálica (evite golpear a base do molde);
- 5) rasar o concreto excedente na última camada com régua metálica ou colher de pedreiro;
- 6) bater nas laterais do molde para evitar vazios.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 Revisão sistemática da literatura

De acordo com Albrecht, Gurzki e Woisetschläger (2017), a era da informação marca uma época em que a frequência de publicações se torna cada vez maior. Devido a isso, o processo de identificação de projetos, pesquisas e materiais relevantes tornou-se uma tarefa complexa e que exige o ato de conectar os temas explorados.

Foi feita uma revisão de literatura com consulta em livros, artigos científicos, trabalhos acadêmicos, normas, manuais, revistas e sites de relevância para a temática.



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

3.2 Revisão das normas

Segundo Gomide, Fagundes Neto e Gullo (2009), os sistemas construtivos e serviços interdependentes tem sido padronizado com a adoção de normas direcionadas a obtenção do tripé, são eles: qualidade, segurança e desenvolvimento técnico. Em vista disso, a construção civil tem grande interesse no desenvolvimento de novas normas técnicas, além de aprimorar as já existentes.

Com isso, foi feita uma pesquisa das normas técnicas vigentes relacionadas à temática do controle tecnológico e da realização dos ensaios. Estas, foram utilizadas como referência para a avaliação de cada ação relacionado ao controle tecnológico do concreto (tabela 03).

Tabela 03 – Normas utilizadas.

NORMAS		
Norma	Ano	Descrição
ABNT NBR 5738	2015	Concreto - Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova
ABNT NBR 5739	2018	Concreto - Ensaio de compressão de corpos-de-prova-cilíndricos
ABNT NBR 7212	2012	Execução de concreto dosado em central - Procedimento
ABNT NBR 12654	1992	Controle tecnológico de materiais componentes do concreto
ABNT NBR 12655	2015	Concreto de cimento Portland - Preparo, controle, recebimento e aceitação - Procedimento
ABNT NBR 15146	2011	Controle tecnológico de concreto - Qualificação de pessoal
ABNT NBR NM 33	1998	Concreto - Amostragem de concreto fresco
ABNT NBR NM 67	1998	Concreto - Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone
NR 18	2020	Condições de segurança e saúde no trabalho na indústria da construção civil.

Fonte: Próprio autor.



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

3.3 Acompanhamento dos serviços

Foi feito o acompanhamento das seguintes etapas relacionadas ao controle tecnológico do concreto armado:

- Pedido de concreto;
- Recebimento do concreto e verificações;
- Transporte até o local da concretagem;
- Amostragem do concreto;
- Realização dos ensaios;
- Rastreamento do concreto;
- Liberação para concretagem;
- Recebimento dos relatórios de ensaios.

Também foi feito o acompanhamento da execução da estrutura de concreto armado, desde o lançamento do concreto, adensamento até a sua cura. Além disso, observou-se o atendimento das respectivas normas técnicas, sendo feita coleta de dados e relatório fotográfico das etapas.

3.4 Coleta de dados dos ensaios

Foram levantadas as especificações de projeto referente ao concreto, como resistência à compressão simples (F_{ck}) e abatimento de tronco de cone. Esses parâmetros são norteadores para a dosagem do concreto, bem como para verificação do resultado de *slump test*, antes da concretagem e para a conferência do resultado dos ensaios de compressão simples.

Em cada concretagem acompanhada, foi feita a anotação dos dados dos ensaios de *slump test*, bem como, foram levantados os dados de F_{ck} constantes nos relatórios recebidos da empresa terceirizada para esta atividade.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

3.5 A obra

Trata-se de uma edificação de grande porte destinado ao ensino público (figura 11) localizada no município de Gurupi, Tocantins (TO). A obra teve início no mês de maio de 2020 com expectativa de encerramento em março de 2022. O prédio conta com 4 pavimentos, sendo: subsolo, térreo, superior e cobertura. Além disso, a obra ainda terá a inclusão de anfiteatro, campo society, ginásio poliesportivo, piscina semiolímpica, entre outras instalações.

A estrutura é do tipo concreto armado com cerca de 5148 m³ (metros cúbicos) concretados sendo 92% da estrutura executado com concreto usinado e os outros 8% com concreto produzido no canteiro de obras. Esse volume de concreto foi utilizado em 17.250,34 m² (metros quadrados) de área construída.

Figura 11 – Instituição de ensino.



Fonte: Construtora.

A fundação do edifício foi do tipo hélice contínua contendo blocos de até 9 estacas com profundidade máxima de 13 m cada. O prédio ainda possui reservatórios (localizados no subsolo e na cobertura) e uma ETA (estação de tratamento de água).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Acompanhamento dos serviços

No planejamento das concretagens, o primeiro passo do responsável técnico da construtora era analisar o projeto, traçar as metas necessárias e avaliar o risco da



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

execução. A maior parte do concreto utilizado na edificação foi usinado. Logo, eram repassadas todas as informações referentes à resistência e abatimento para a concreteira.

A princípio, verificou-se o traço do concreto pedido à usina (verificando as devidas quantidades de água, cimento e agregados). Posteriormente, observou-se a mistura (caminhão betoneira ou betoneira convencional) e o transporte, observando a preservação da homogeneidade e consistência da mistura.

Quando o caminhão betoneira chegava à obra, eram adotados os seguintes procedimentos iniciais: conferência do lacre do caminhão e da nota de serviço, na qual constava informações referente ao volume, abatimento, resistência e o momento de saída da usina. Logo após a primeira aceitação, era realizado o ensaio de *slump test*, visando a confirmação do abatimento do concreto exigido no projeto e do caminhão. Enquanto era feito o ensaio, caso a bomba fosse do tipo estacionária (figura 12), montava-se a linha de cano com a intenção de agilizar o início da concretagem.

Figura 12 – Bomba estacionária.



Fonte: Próprio autor.

Posteriormente, com a liberação do responsável técnico e a finalização da montagem da linha de cano, o concreto era lançado e adensado na estrutura. A construtora sempre buscou seguir todas as obrigações referente a concretagem em altura (figura 13), tendo como espelho a Norma Regulamentadora (NR) 18 – Condições de segurança e saúde no trabalho na indústria da construção civil.



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

Figura 13 – Concretagem em altura.



Fonte: Próprio autor.

Em paralelo à concretagem, era recolhida a amostra de concreto em carrinho de mão (figura 14) visando a moldagem dos corpos de prova para realização dos ensaios de compressão simples e posterior verificar do Fck. Também, o responsável técnico seguia com a rastreabilidade do concreto, na qual ele mapeava todas as áreas de concretagem referente aos caminhões. O mapa produzido no rastreamento é usado para identificação de cada lote de concreto usado nos diferentes elementos estruturais. Em caso de não atingimento do Fck, o documento também é útil para identificar as áreas que precisam de remediação.

Figura 14 – Amostra de concreto.



Fonte: Próprio autor.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

A princípio, eram moldados 4 corpos de prova por caminhão de concreto. Este número poderia ser reduzido a 2 caso os moldes não fossem suficientes para as demais concretagens. Durante o procedimento, ao que se constatava a irregularidade do terreno, era feita uma base com areia sobre o solo natural (figura 15) a fim de proteger e manter a integridade dos corpos de prova.

Quando a concretagem era encerrada, iniciavam-se os procedimentos relacionados a cura do concreto. O método utilizado variava conforme as análises do processo construtivo e da decisão do responsável técnico.

Figura 15 – Corpos de prova moldados.



Fonte: Próprio autor.

4.2 Avaliação das concretagens

Visando a comprovação dos itens referente ao controle tecnológico do concreto, foi feito o acompanhamento e avaliação de 14 concretagens, incluindo blocos de fundação, lajes, pilares e vigas, entre os dias 02/06 e 18/08/2021. Os tópicos avaliados (tabela 04) fazem parte do acompanhamento das concretagens, que foi utilizada para identificar as conformidades e inconformidades. Para o item 1, pré-concretagem, foram avaliados os itens referentes a preparação para a concretagem, são eles: parâmetros projetuais, pedido a concreteira e organização da equipe.



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

Tabela 04 – Itens avaliados.

ATIVIDADES	
nº	Descrição
1	Pré-concretagem
2	Recebimento
3	Transporte
4	Lançamento
5	Adensamento
6	Rastreamento
7	Cura

Fonte: Próprio autor.

Estas atividades avaliadas foram classificadas em conforme, não conforme ou não se aplica, como apresenta a legenda de status na tabela 05.

Tabela 05 – Legenda.

LEGENDA	
Código	Descrição
	Conforme
	Não conforme
	Não se aplica

Fonte: Próprio autor.

Após cada concretagem e avaliação dos itens, era feito o levantamento das conformidades e inconformidades, conforme apresentado na tabela 06.

Tabela 06 – Acompanhamento das concretagens.

ACOMPANHAMENTO DAS CONCRETAGENS							
Data	1	2	3	4	5	6	7
02/06/2021							
04/06/2021							



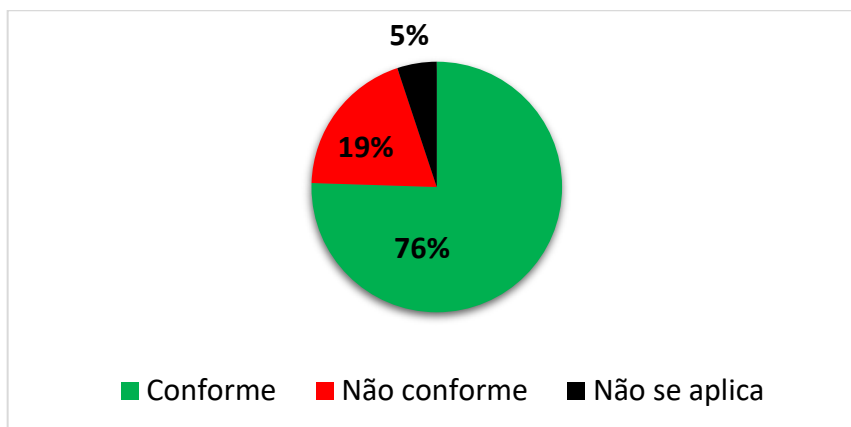
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

11/06/2021							
16/06/2021							
25/06/2021							
29/06/2021							
02/07/2021							
06/07/2021							
09/07/2021							
14/07/2021							
29/07/2021							
04/08/2021							
12/08/2021							
18/08/2021							

Fonte: Próprio autor.

Após a classificação de cada item de acordo com a legenda, foi constatado que a maior parte das concretagens estavam em conformidade. Foi constatado que 19% das atividades avaliadas apresentaram algum tipo de inconformidade (gráfico 01), sendo elas relacionadas principalmente ao rastreamento do concreto e procedimento de cura.

Gráfico 01 – Porcentagem de conformidades/inconformidades.



Fonte: Próprio autor.



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

Dessa maneira, percebeu-se que apenas lajes e blocos de fundação eram rastreados. Com essa adoção, as não conformidades foram maioria no item 7, referente ao rastreamento do concreto. A não execução dessa etapa impede a identificação dos elementos estruturais que precisariam de métodos de reforço, quando ocorre da resistência do concreto não apresentar resultados satisfatórios nos relatórios de ensaio, podendo ainda desenvolver manifestações patológicas na estrutura em decorrência desse problema de resistência.

A inconformidade mais recorrente na obra é a ausência de cura do concreto, pois apenas uma concretagem dentre as 14 teve a cura realizada. O não cumprimento do item referido acarreta diminuição gradativa da resistência durante as primeiras idades. Evitar que o concreto perca água para o ambiente rapidamente é uma alternativa fundamental para evitar a aparição de fissuras de retração e trincas.

A cura do concreto com manutenção de formas é válida para vigas e pilares e têm a missão de proteger a superfície do concreto contra a perda de água prematura, servindo como um processo de cura da estrutura. A construtora utilizou o sistema, entretanto, o processo de desforma foi realizado de maneira precoce, desfavorecendo os processos construtivos. Assim, considerou-se o item não conforme devido a estes fatores.

4.3 Avaliação dos ensaios

O ensaio de abatimento do tronco de cone (figura 16), era realizado momentos antes da liberação do concreto para lançamento. Os resultados eram validados após confirmação do responsável técnico. O valor de referência do abatimento, conforme projeto, era sempre de 12 cm com desvio padrão de +/- 2 cm.



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

Figura 16 – Medição do abatimento.



Fonte: Próprio autor.

Para cada concretagem, foi identificado o elemento executado, e coletados os resultados dos ensaios de *slump test* e resistência a compressão, após recebimento dos relatórios do laboratório responsável. Os valores de Fck 1 e Fck 2, referentes ao rompimento com 7 e 28 dias, respectivamente, bem como os resultados de *slump test* estão apresentados na tabela 07.

Tabela 07 – Resultados dos ensaios.

ANÁLISE DE DADOS - ENSAIOS						
nº	Data	Elemento Concretado	Qtde (un.)	Fck 1 (Mpa)	Fck 2 (MPa)	Abatimento (cm)
1	02/06/2021	Bloco	4	27,7	31,2	10,2
2	04/06/2021	Pilar	4	30,5	36,6	11,6
3	11/06/2021	Pilar	8	32,2	37,7	12,0
4	16/06/2021	Pilar	8	30,7	36,3	14,0
5	25/06/2021	Viga	8	29,8	35,1	13,8
6	29/06/2021	Bloco	12	28,4	32,4	12,6
7	02/07/2021	Pilar	4	26,9	36,0	14,6
8	06/07/2021	Bloco	12	22,4	30,0	11,8
9	09/07/2021	Laje	24	36,2	44,8	12,6



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

10	14/07/2021	Pilar	4	33,0	36,0	10,4
11	29/07/2021	Viga	4	23,5	35,2	9,2
12	04/08/2021	Laje	24	33,3	43,8	10,2
13	12/08/2021	Viga	4	29,4	35,6	13,2
14	18/08/2021	Viga	8	32,5	38,4	13,0

Fonte: Próprio autor.

Quanto ao *slump test*, houve inconformidades em duas concretagens. Esperava-se que o abatimento fosse medido entre 10cm e 14cm, diferença que não foi confirmada nas concretagens 7 e 11. Durante a concretagem 7, o responsável técnico autorizou que o concreto continuasse a ser misturado no caminhão betoneira, fazendo o ajuste da consistência, e o ensaio *slump test* foi repetido posteriormente confirmando o abatimento exigido em projeto. Já para a concretagem 11, o procedimento adotado pela construtora foi adicionar água a mistura com o intuito de dar trabalhabilidade à mesma e, conseqüentemente atender as diretrizes contidas em projeto. Vale ressaltar que a quantidade de água seguiu a folga da mesma contida na nota fiscal da concreteira com limite de 200 litros por caminhão.

Em relação à resistência à compressão do concreto, a exigência do projeto para os blocos era de 30Mpa e para os demais elementos estruturais 35MPa. Quanto aos ensaios de compressão simples, os resultados obtidos foram satisfatórios e as resistências aos 28 dias ultrapassaram ou igualaram o valor exigido em projeto. Para concretagem das lajes, o Fck2 ultrapassou com margem superior à exigida em projeto.

Todos os valores de Fck apresentados na Tabela 08 foram disponibilizados pelo Laboratório de Construção Civil do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial de Goiás (LCC/SENAI-GO). Este laboratório foi contratado pela construtora e foi responsável por romper os corpos de prova e posteriormente, ceder os resultados dos testes mediante relatório, cujo modelo está apresentado na figura 17.



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

Figura 17 – Modelo de relatório de ensaio de compressão simples.

SENAI Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial PELO FUTURO DO TRABALHO		RELATÓRIO DE ENSAIO Ensaio de Compressão de Corpo de Prova Cilíndrico		LCC Laboratório de Construção Civil							
				NÚMERO DO RELATÓRIO:	211360.2						
DADOS DO CLIENTE											
Empresa:		Obra:									
Endereço:		Endereço:									
INFORMAÇÕES SOBRE A AMOSTRA											
Slump especificado (mm): 120 ± 20		Fck especificado (MPa): 30		Responsável pela moldagem: Cliente*							
Concreta: []		Data do recebimento no LCC: 21/06/2021									
Data da moldagem: 02/06/2021											
ABNT NBR 5739:2018 CONCRETO - ENSAIO DE COMPRESSÃO DE CORPOS DE PROVA CILÍNDRICOS											
Nº NOTA FISCAL	Nº DE SÉRIE	IDADE (DIAS)	DATA DA RUPTURA	ID CP	DIMENSÃO CP (mm)	RESISTÊNCIA (MPa) NBR 5739	RESISTÊNCIA (MPa) ** NBR 12655	SLUMP (mm) *	ELEMENTOS CONCRETADOS	CRESCIMENTO DO CONCRETO	
2.6.1	470	28	30/06/2021	1	99,5 x 195,2	27,7	27,7	120	B46, B47, B48		
				2	99,5 x 197,0	27,0					
		63	04/08/2021	3	99,0 x 195,7	30,0	31,2				
				4	99,1 x 198,8	31,2					
TOTAL DE CORPOS DE PROVA ENSAIADOS				1ª IDADE	2ª IDADE	3ª IDADE					
				2	2	0					
INSTRUMENTOS UTILIZADOS											
LC-004: Prensa Hidráulica, FORNEY, Classe 1 - Validade da calibração: novembro/2021											
LC-005: Paquímetro Digital, DIGIMESS - Validade da calibração: outubro/2022											

Fonte: LCC/SENAI-GOÍÁS (GO).

4.4 Roteiro de verificações

Após o acompanhamento e avaliação das concretagens, foi elaborada uma proposta de roteiro de verificações para auxiliar no acompanhamento dos próximos serviços de concretagem a serem realizados pela construtora. O checklist é composto de itens que avaliam três etapas, sendo referentes à pré-concretagem, recebimento do concreto e concretagem. Além disso, a lista de verificações explora boa parte das ações da construtora no que tange acerca do controle tecnológico.

O status da descrição é preenchido de acordo com a demanda de concreto para a obra. Este, deve ser inicializado juntamente com o planejamento de concretagem apresentado pelo responsável técnico da edificação (tabela 08).



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

Tabela 08 – Lista de verificações.

LISTA DE VERIFICAÇÕES PARA CONCRETAGEM		
Obra		
Local (Data)		
Descrição	Status	
	Sim	Não
1 Pré-concretagem		
Analisou o projeto e traçou todas as informações iniciais acerca do <i>slump</i> e resistência?		
Fez o pedido a concreteira (sempre com antecedência para evitar adversidades)?		
Preparou a equipe de colaboradores para a concretagem?		
2 Recebimento do concreto		
Conferiu se o código do lacre do caminhão betoneira é o mesmo da nota fiscal?		
Verificou as informações da nota fiscal (resistência, <i>slump</i> , traço, aditivo)?		
Certificou o horário de saída do caminhão betoneira da central de concreto?		
Analisou a homogeneidade da mistura?		
Fez o ensaio do abatimento do tronco de cone?		
3 Concretagem		
Fez a moldagem do corpo de prova (utilizar concreto de 15% a 85% do volume do caminhão)?		
Seguiu a NR 18 para concretagem em altura (se não se aplica, marque a opção sim)?		
Verificou o tipo de transporte do concreto (manual, bomba estacionária, bomba lança)?		
Lançou o concreto na estrutura (atentar a segurança dos colaboradores)?		
Adensou o concreto (seguir NBR 14931)?		
Rastreou o concreto (fazer o mapeamento de concretagem por caminhão betoneira)?		
Finalizou a concretagem? Não se esqueça da cura do concreto (realizar com frequência).		

Fonte: Próprio autor.



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O atual trabalho teve um embasamento teórico acompanhado de um estudo de caso acerca do controle tecnológico do concreto. Nesta etapa, foi possível acompanhar e posteriormente, avaliar os procedimentos da construtora sobre o controle da mistura que visa garantir desempenho esperado ao final do processo.

Desde os procedimentos ao roteiro com lista de verificações, os objetivos foram cumpridos e dentro do estudo, conseguiu cumprir com as especificações previstas. Ao realizar o acompanhamento das concretagens, o roteiro de verificações surge como uma solução para a empresa, tendo uma ferramenta extra que auxiliará na verificação dos procedimentos para a concretagem.

Inicialmente, espera-se que o responsável pela concretagem avalie o projeto e faça os devidos esclarecimentos contidos no primeiro item, pré-concretagem. Em seguida, o composto só é liberado para concretagem após o preenchimento dos requisitos referente ao recebimento do concreto. E por fim, os procedimentos de concretagem são inicializados com a intenção de alcançar os requisitos de projeto, dando ênfase ao concreto e consequentemente, a vida útil da edificação.

A má execução das etapas do controle tecnológico pode acarretar prejuízos futuros. O não seguimento desse estágio pode ocasionar manifestações patológicas que inviabilizam o uso da estrutura e incorrem no acionamento da construtora para reparos, desde fissuras e trincas até a demolição da mesma em casos extremos. Por isso a importância do acompanhamento prévio do responsável técnico pela edificação.

Com todo acompanhamento da concretagem e os resultados alcançados, espera-se que o responsável técnico possa rever e corrigir as ações relacionadas ao rastreamento do concreto, procedimentos de cura nos próximos serviços de concretagem.

Para a moldagem dos corpos de prova não houve problemas em nenhum aspecto, seja para a amostragem, na moldagem e rompimento do mesmo. Em alguns dos ensaios de abatimento do tronco de cone foi possível visualizar que o requisito de



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

projeto não estava sendo seguido. Entretanto, a empresa buscou solucionar a inconsistência antes do lançamento do concreto, até que este atingisse o abatimento previsto em projeto.

5.1 Sugestões para os próximos trabalhos

Considerando o tempo para desenvolvimento deste trabalho, não foi possível acompanhar todas as concretagens realizadas desde o início da obra. Foram analisadas 14 concretagens em um período de 77 dias. Para trabalhos com a mesma temática, sugerem-se as ações seguintes visando a melhoria do conteúdo:

- Acompanhar e analisar um número maior de concretagens;
- Acompanhar a dosagem do composto para concretos usinados;
- Comparar particularidades da mistura entre concreto usinado e o rodado em obra;
- Estender o trabalho às demais obras da construtora e avaliar o padrão da empresa;
- Pesquisar novos métodos que auxiliem no controle tecnológico do concreto.



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

REFERÊNCIAS

ADES, Andréa Zebulun. **A Importância do Controle Tecnológico na Fase Estrutural em Obras de Edificações**. 2015. 102 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE SERVIÇO DE CONCRETAGEM DO BRASIL. **Manual do Concreto Dosado em Central**. Disponível em: <http://www.abesc.org.br/pdf/manual.pdf>. Acesso em: 11 de nov. 2021.

Albrecht, C. M., Backhaus, C., Gurzki, H., & Woisetschläger, D. M. (2017). **Value Creation for Luxury Brands through Brand Extensions 1**. In Luxusmarkenmanagement. Springer Fachmedien Wiesbaden.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Guia Básico de Utilização do Cimento Portland**. 8 Ed. São Paulo: ABCP, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5738**. Concreto — procedimento para moldagem e cura de corpos de prova. 2 ed. Rio de Janeiro, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7212**. Execução de concreto dosado em central - procedimento. 2 ed. Rio de Janeiro, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12654**. Controle tecnológico de materiais componentes do concreto. 2 ed. Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12654**. Concreto de cimento Portland – Preparo, controle, recebimento e aceitação - Procedimento. 3 ed. Rio de Janeiro, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14931**. Execução de estruturas de concreto - procedimento. 2 ed. Rio de Janeiro, 2004.



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15146**. Controle tecnológico de concreto – Qualificação de pessoal. 1 ed. Rio de Janeiro, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16607**. Cimento Portland - determinação dos tempos de pega. 2 ed. Rio de Janeiro, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 33**. Concreto - Amostragem de concreto fresco. 2ed. Rio de Janeiro, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 67**. Concreto - determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone. 2ed. Rio de Janeiro, 1998.

BASTOS, Paulo Sérgio dos Santos. **Fundamentos do concreto armado**. 2019. 89 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Unesp, Bauru, 2019.

BAUER, Luiz Alfredo Falcão de. **Materiais de construção**. 6. ed. Rio de Janeiro: Ltc, 2018.

BOTELHO, Manoel Henrique Campos; MARCHETTI, Osvaldermar. **Concreto armado eu te amo**. 8. ed. São Paulo: Blucher, 2015.

CAMPITELLI, Vicente Coney;. **Fundamentos da dosagem de concretos**. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2011.

DAIBERT, João Dalton; MENDONÇA, Antonio Valter Rodrigues Marques de. **Equipamentos e Instalações para Construção Civil**. 1 ed. São Paulo: Érica, 2014.

DEBS, Mounir Khalil El. **Concreto pré-moldado: fundamentos e aplicações**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2017.

ERDOĞDU, S. **Effect of retempering with superplasticizer admixtures on slump loss and compressive strength of concrete subjected to prolonged mixing**. Cement & Concrete Research, 2005.



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

GOMIDE, Títio Livio Ferreira; FAGUNDES NETO, Jerônimo Cabral P.; GULLO, Marco Antonio. **Normas técnicas para engenharia diagnóstica em edificações**. São Paulo: Pini, 2009.

GRUNEWALD, Steffen. **Performance-based design of self-compacting fibre reinforced concrete**. 2004. Thesis (Doctoral) – Delft University of Technology, Netherlands, 2004.

IBRACON. **Concreto: material construtivo mais consumido no mundo**. São Paulo, 2009. Disponível em: <http://ibracon.org.br/publicacoes/revistas_ibracon/rev_construcao/pdf/revista_concreto_53.pdf>. Acesso em: 23, agosto de 2021.

MAPA DA OBRA. **A importância dos ensaios de resistência do concreto**. 2017. Disponível em: <<https://www.mapadaobra.com.br/inovacao/a-importancia-dos-ensaios-de-resistencia-do-concreto/>>. Acesso em: 16, novembro de 2021.

MEHTA, P. Kumar; MONTEIRO, Paulo J. M.. **Concreto: microestrutura, propriedades e materiais**. 3. ed. São Paulo: Ibracon, 2008.

NEVILLE, A. M.. **Propriedades do concreto**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

NEVILLE, A. M.; BROOKS, J. J.. **Tecnologia do concreto**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

OFICINA DE TEXTO. **A história do concreto armado no Brasil**. Oficina de textos, 2021. Disponível em: <<https://www.ofitexto.com.br/comunitexto/o-concreto-armado-no-brasil/>>. Acesso em: 22, abril de 2021.

PETRUCCI, Eladio G. R.. **Concreto de cimento portland**. 13. ed. São Paulo: Globo, 1998.

RECENA, Fernando Antonio Piazza. **Dosagem e controle da qualidade de concretos convencionais de cimento portland**. 3. ed. Porto Alegre: Edipucrs, 2015.



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

TUTIKIAN, Bernardo Fonseca; DAL MOLIN, Denise Carpena. **Concreto auto-adensável**. São Paulo: Pini, 2008.

VASCONCELOS, Augusto Carlos de. **O concreto no Brasil: recordes, realizações, história**. 2. ed. São Paulo: Pini, 1992.

YEN, T. et al. **Flow behaviour of high strength high-performance concrete**. *Cement and Concrete Composites, Barking*. v. 21, 1999.