## **FACULDADES INTEGRADAS DE ARACRUZ**

CURSO SUPERIOR DE ENGENHARIA CIVIL

LARISSA DE MORAIS MEIRELES

ESTUDO DE CASO: IMPORTÂNCIA DO CONTROLE TECNOLÓGICO E DA RASTREABILIDADE DO CONCRETO NAS OBRAS

## LARISSA DE MORAIS MEIRELES

# ESTUDO DE CASO: IMPORTÂNCIA DO CONTROLE TECNOLÓGICO E DA RASTREABILIDADE DO CONCRETO NAS OBRAS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenadoria do Curso de Engenharia Civil das Faculdades Integradas de Aracruz como requisito para obtenção do título de Graduação em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Evandro José Pinto de Abreu

# **DECLARAÇÃO DO AUTOR**

Declaro, para fins de pesquisa acadêmica, didática e técnico-científica, que este Trabalho de Conclusão de Curso pode ser parcialmente utilizado, desde que se faça referência à fonte e ao autor.

Aracruz, 26 de Novembro de 2019.

Larissa de Morais Meireles



#### **AGRADECIMENTOS**

À Deus por ter me capacitado e me dado tanta força de vontade, determinação e desempenho em prol do meu sonho para superar todas as dificuldades impostas ao longo da minha faculdade, do meu trabalho e da minha vida pessoal. Sem Ele nada disso seria possível.

À minha família, namorado e todos que de forma direta ou indireta fizeram parte da minha formação e que me suportaram nos momentos estressantes. Vocês são essenciais na minha vida e me mostraram que nada se faz sozinho e que sempre é tempo para aprender. De modo especial quero agradecer a minha avó Eunice Ferreira de Morais (*in memoriam*) por me fazer sentir a verdadeira palavra de "garra" para não desistir diante das tribulações! Como eu queria tê-la comigo nesta vitória, mas eu sei que daí do alto está comemorando este momento da melhor maneira possível. Eu amo todos vocês!

À todos os professores, orientador e amigos que me auxiliaram nesta conquista, que contribuíram para meu conhecimento com trocas de ideias e experiências. Tenho certeza que Ele sempre coloca às pessoas na nossa vida para nos mostrar que somos capazes de realizar nosso sonho quando precisamos de motivação e fé.

Aos profissionais desta área de controle tecnológico que se mostraram sempre disponíveis para as minhas dúvidas e pelo conhecimento partilhado.

#### **RESUMO**

A importância do controle tecnológico do concreto tem como objetivo alertar a comunidade e a todos os profissionais engenheiros civis, órgãos públicos e órgãos de fiscalização sobre os procedimentos relacionados ao recebimento deste material, a fim de garantir a qualidade, a durabilidade das estruturas e a segurança de seus usuários, através dos ensaios realizados. O presente trabalho buscou de maneira sistêmica averiguar por meio das exigências das normas vigentes as condutas referentes ao recebimento deste concreto usinado em um estudo de caso de três obras diferentes, com o intuito de constatar as possíveis não conformidades durante o acompanhamento dos ensaios realizados in loco e em laboratório, sendo julgados como critérios as averiguações dos dados obtidos nas pesquisas em campo através das proporções gerais dos gráficos de cada empreendimento. Este estudo verificou os processos de conformidades e não conformidade adotados nas ações dos projetistas, fornecedoras, construtoras e laboratório como os principais responsáveis pelas consequências do controle de qualidade do concreto, obtendo-se como resultados a maior porcentagem de não concordância dos procedimentos abordados aos projetistas e uma certa "discrepância" na porcentagem do gráfico geral das não conformidades dos itens analisados. Todas as análises serão estabelecidas no decorrer deste trabalho para guiar e fornecer informações relevantes para o entendimento das ações exigidas pelas normas regulamentadoras.

PALAVRAS CHAVES: Controle Tecnológico; Concreto; Qualidade; Rastreabilidade;

# LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Tipos de ruptura dos corpos de prova	17
Figura 2 - Orientação das normas utilizadas pelas concreteiras	19
Figura 3 – Modelo estatístico da Curva de Gauss	25
Figura 4 - Concreto em estado fresco da Obra X	37
Figura 5 - Slump test e moldagens dos corpos de prova da Obra X	38
Figura 6 - Execução e concretagem da primeira laje e dos pilares do térreo d	a Obra X
	39
Figura 7 - Finalização da concretagem da Obra X	40
Figura 8 - Rompimento na prensa manual e elétrica do laboratório A da Obra	a X41
Figura 9 - Mapa de rastreabilidade da Obra X	42
Figura 10 - Moldagem e identificação dos corpos de prova prontos para o pro	cesso de
cura da Obra Y	43
Figura 11 - Estacas concretadas e preparação para a concretagem do lajão	da Obra
Y	44
Figura 12 - Armação e concretagem final do lajão na Obra Y	45
Figura 13 - Colocação dos blocos de alvenaria no lajão da Obra Y	46
Figura 14 - Prensa manual no laboratório A in loco da Obra Y	46
Figura 15 – 1º Mapa de rastreabilidade da Obra Y	47
Figura 16 - 2º Mapa de rastreabilidade Obra Y	48
Figura 17 - Preparação e moldagem dos corpos de prova da Obra Z	49
Figura 18 - Cura dos corpos de prova na água depois de desmoldados da O	bra Z .50
Figura 19 - Rompimento dos corpos de prova da Obra Z	51
Figura 20 - Rompimento dos corpos de prova (tipos de ruptura)	51
Figura 21 – Execução e concretagem da fundação (estaca hélice) da Obra Z	52
Figura 22 - Concretagem blocos de coroamento no condomínio da Obra Z	53
Figura 23 - Prensa manual do laboratório A in loco da Obra Z	54
Figura 24 - Mapa de rastreabilidade da Obra Z	55
Figura 25 - Notas de projeto da Obra X	57
Figura 26 - Notas de projeto da Obra Y	57
Figura 27 - Notas de projeto da Obra Z	58
Figura 28 - Continuação das notas de projeto da Obra Z	58

Figura 29 - Caminhões betoneira das concreteiras A, B, C62	2
Figura 30 - Nota fiscal fornecida pela concreteira A6	3
Figura 31 - Ensaio de <i>slump test</i> reprovado na Obra X6	4
Figura 32 - Nota fiscal fornecida pela concreteira B6	5
Figura 33 - Nota fiscal fornecida pela concreteira C6	5
Figura 34 - Relatório de recebimento de concreto da Obra X7	1
Figura 35 - Relatório de recebimento de concreto da Obra X (segunda parte)7	1
Figura 36 - Relatório de recebimento de concreto da Obra Y72	2
Figura 37 - Relatório de recebimento de concreto da Obra Z72	2
Figura 38 – Resultados do relatório de recebimento de concreto da Obra X (parte 1	)
8	9
Figura 39 - Resultados do relatório de recebimento de concreto da Obra X (parte 2	.)
90	J
Figura 40 - Resultados do relatório de recebimento de concreto da Obra X (parte 3	)
9 <sup>-</sup>	1
Figura 41 - Resultados do relatório de recebimento de concreto da Obra X (parte 4	.)
92	2
Figura 42 - Resultados do relatório de recebimento de concreto da Obra X (parte 5	,)
99	3
Figura 43 - Resultados do relatório de recebimento de concreto da Obra Y94	4
Figura 44 - Resultados do relatório de recebimento de concreto da Obra Z94	4

# **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Valores máximos para a formação de lotes de concreto <sup>a</sup>	.22
Tabela 2 - Desvio-padrão a ser adotado em função da condição de preparo	do
concreto	.26
Tabela 3 - Classes de consistência	.27
Tabela 4 - Número de camadas para moldagem dos corpos de prova a	.28
Tabela 5 - Trabalhabilidade x Abatimento	.29
Tabela 6 - Tolerância para a idade de ensaio	.31

# **LISTA DE QUADROS**

# LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico	1 -	Resultados	das	conformidades	е	não	conformidades	das
responsab	oilidade	es de projeto	das obi	as				60
Gráfico 2	- Propo	orção das con	formida	ides e não conf	ormic	dades	das responsabilid	ades
de projeto	)							61
Gráfico	3 -	Resultados	das	conformidades	е	não	conformidades	das
responsat	oilidade	es da concret	eira nas	s obras				67
Gráfico 4	- Propo	orção das con	formida	ides e não conf	ormic	dades	das responsabilid	ades
da concre	teira							68
Gráfico 5	– Resu	ultados dos ro	mpime	ntos da Obra X				69
Gráfico 6	- Resu	Itados dos ro	mpimer	ntos da Obra Y				69
Gráfico 7	- Resu	Itados dos ro	mpimer	ntos da Obra z.				70
Gráfico 8	- Média	a geral dos ro	mpime	ntos de cada ol	ora			70
Gráfico 9	- Propo	orção das con	formida	ides e não conf	ormic	dades	das responsabilid	ades
do laborat	tório							74
Gráfico 1	10 - F	Proporção g	eral da	s conformidad	des	e não	conformidades	das
responsat	oilidade	es do laborató	brio					74
							conformidades	
responsat	oilidade	es do executa	inte					79
Gráfico 1	12 - F	Proporção g	eral da	s conformidad	des	e não	conformidades	das
responsat	oilidade	es dos execut	antes.					79
Gráfico 13	3 - Aná	lise geral das	confor	midades e não	confo	ormida	des dos <i>checklist</i>	s. 81
Gráfico 14	4 - Aná	ilise geral das	s não c	onformidades d	o pro	jeto, c	oncreteira, labora	atório
e executa	nte							82

# SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
1.1 OBJETIVOS	11
1.1.1 Objetivo Geral	11
1.1.2 Objetivos Específicos	11
1.2 JUSTIFICATIVA	12
2. REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1 ATRIBUIÇÕES DOS PROFISSIONAIS	13
2.1.1 Projetistas	13
2.1.2 Executores	14
2.1.3 Concreteiras	14
2.1.4 Laboratórios de controle tecnológico do concreto	15
2.2 CONTROLE TECNOLÓGICO DE QUALIDADE	18
2.2.1 Rastreabilidade	20
2.3 PROPRIEDADES AVALIADAS PARA O RECEBIMENTO DO CONCRETO	O29
3. METODOLOGIA	32
3.1 ESTUDO DE CASO	34
3.1.1 Descrição das obras	34
3.2 INFORMAÇÕES GERAIS	35
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	36
4.1 ANÁLISE DOS RESULTADOS	36
4.1.1.1 Obra X	36
4.1.1.2 Obra Y	43
4.1.1.3 Obra Y	48
4.2. ANÁLISE GERAL DOS RESULTADOS	80
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	83
5.1 SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS	85

^	,	
& DEEEDENCIAS DIDI I	$\bigcap \bigcap A \subseteq \bigcap A \subseteq A$	86
U. REFERENCIAS DIDLI	UGRAFICAS	OU

# 1. INTRODUÇÃO

A rastreabilidade do concreto é uma operação extremamente necessária para a boa qualidade da execução das estruturas de concreto, pois através dela é possível seguir as diretrizes do projeto, sua vida útil (estabilidade/segurança) e no decorrer da execução interferir quando os resultados das idades de ensaios estão abaixo do esperado. Esta incumbência, comunicada de maneira imediata, evita reparos maiores na estrutura e estabelece o padrão de qualidade.

A aceitação do concreto é analisada de maneira sistêmica em relação a quatro pilares base neste processo, são eles: Projetista, concreteira/fornecedora, construtora e laboratório. A qualidade da obra é prevista e criticamente comprobatória quando todos esses componentes responsáveis pelo processo, estão cientes de satisfazer as exigências estabelecidas na norma 12655 (ABNT, 2015). Para tal, os cumprimentos desses deveres são previamente vistos ao longo da execução, onde é possível observar, por exemplo, se a concreteira comprovou as quantidades estabelecidas das composições do concreto (volume, abatimento, f<sub>ck</sub> e outros) de acordo com o projeto, se o fator água/cimento (a/c) do projeto está compatível com a resistência do concreto e sua classe de agressividade, se o laboratório e a empresa de serviços de concretagem estão certificados com seus equipamentos, se o responsável técnico da obra preenche todos os campos explicitados no relatório de recebimento do concreto para uma possível verificação futura entre outros.

A NBR 6118 (ABNT, 2014), comprova em seu item 5.2.3.4, que as documentações e especificações devem ser claras, concisas e corretas para que:

[...] a qualidade da execução da estrutura de uma obra, com base em um determinado projeto, medidas preventivas devem ser tomadas desde o início dos trabalhos. Essas medidas devem englobar a discussão e a aprovação das decisões tomadas, a distribuição destas e outras informações aos elementos pertinentes da equipe multidisciplinar e a programação coerente das atividades, respeitando as regras lógicas de precedência.

Para Helene e Terzian (1993, p. 28) os serviços e processos são suscetíveis de serem controlados e para isto, "[...] Um sistema de qualidade de todas as etapas da construção, desde o planejamento, passando pelo projeto, pela fabricação de

materiais e componentes, pela execução [...] interferem favoravelmente na obtenção de um dos produtos finais mais utilizados no ramo da construção civil: O concreto.

A qualidade também é expressa por Ades (2015, p. 3), onde ele expressa:

As crescentes manifestações de insatisfação dos clientes com a qualidade das edificações entregues e as características produtivas da indústria da construção civil, tais como, a utilização de mão de obra pouco qualificada e a subdivisão de suas etapas executivas e uso farto de técnicas construtivas artesanais no canteiro de obras, demonstram a necessidade da otimização do controle tecnológico das edificações.

Diante desde panorama, e com o intuito de esclarecer as necessidades e aceitação do controle tecnológico e sua rastreabilidade desde a produção do composto na central até o canteiro de obras, o presente trabalho apresenta uma pesquisa realizada em três obras, sendo uma localizada no Espírito Santo e outras duas no Rio de Janeiro, a fim de verificar se realizam o controle tecnológico do concreto e posteriormente serão ensaiados os corpos de prova para atestar sua resistência à compressão e comparar com a de projeto.

#### 1.1 OBJETIVOS

#### 1.1.1 Objetivo Geral

O objetivo geral é conferir o controle tecnológico do concreto usinado em três obras segundo as normatizações vigentes.

# 1.1.2 Objetivos Específicos

- 1. Verificar as atribuições dos profissionais com enfoque na aceitação e recebimento do concreto e citar os parâmetros básicos e as propriedades do material para o processo do serviço de concretagem;
- 2. Realizar um estudo de caso em três obras sendo uma no Espírito Santo e duas no Rio de Janeiro, acompanhando a qualidade do concreto segundo os critérios das normas:
- 3. Realizar ensaio de resistência à compressão após a execução da concretagem, a fim de verificar a resistência característica do concreto ( $f_{ck}$ ) especificado em projeto;
- 4. Realizar ensaio de consistência do concreto (*slump test*) e verificar sua trabalhabilidade:
- 5. Verificar as possíveis não conformidades praticadas em relação ao controle tecnológico, segundo as normas apropriadas.

#### 1.2 JUSTIFICATIVA

O controle tecnológico e a rastreabilidade são consequências da qualidade final de uma construção de concreto, que dependem tanto do controle das propriedades do concreto no estado endurecido e no seu estado fresco.

Neste contexto, fazem-se necessárias verificações e acompanhamentos desde a fase da produção do concreto até o canteiro de obras, sendo cabível e lógico que esta supervisão deve ser feita por profissionais que tenham conhecimento a respeito do controle tecnológico e das normas técnicas propícias para cada etapa dos serviços de concretagem.

Indiscutivelmente, devido às exigências do mercado, a atual conjuntura das obras no Brasil e as altas demandas do consumo do concreto, que ainda é um dos mais utilizados na construção civil, tem-se percebido, não raramente, que algumas obras podem estar negligenciando a atuação do controle de qualidade como um dos serviços que mais interferem na segurança final da estrutura, seja por causa da maior exigência por parte dos usuários, da preocupação dos poderes públicos com a durabilidade das estruturas, dos órgãos fiscalizadores, entidades externas, dos próprios profissionais da área de engenharia civil e dentre outros da sociedade no geral.

Esta pesquisa pretende agregar conhecimentos com a realização de ensaios de qualidade de três obras, de modo a prevenir futuros problemas ou até mesmo sugerir propostas de redução dos já existentes, contribuindo para a minimização das patologias e amplificação da segurança.

# 2. REFERENCIAL TEÓRICO

Antes de discorrer sobre o controle tecnológico e a rastreabilidade do concreto usinado em obra, optou-se por averiguar quais seriam os possíveis problemas relacionados aos responsáveis pela execução da obra, o projetista, a empresa responsável pela concretagem e os serviços prestados pelo laboratório. Depois disto, serão analisados cada processo do serviço de concretagem e os critérios de recebimento do material nas três empresas com seus devidos codinomes.

# 2.1 ATRIBUIÇÕES DOS PROFISSIONAIS

## 2.1.1 Projetistas

De acordo com Helene e Terzian (1993), o projetista das estruturas define as propriedades do concreto quando este se encontra em estado endurecido. Já para o estado fresco é determinado pelas normas técnicas de execução (lançamento, transporte e adensamento do material).

É importante salientar que o projetista, deve atender as especificações de todos os desenhos e memoriais estabelecidos em norma, como por exemplo, a NBR 12655 (ABNT, 2015) em seu item 4.2, que cita algumas atribuições deste profissional como, por exemplo, a resistência característica do concreto, ( $f_{ck}$ ), obrigatória em todos os desenhos e memórias que descrevem o projeto tecnicamente, a especificação do resistência característica do concreto em "j" dias ( $f_{ckj}$ ) para as etapas construtivas, como a retirada de cimbramento, aplicação de protensão ou manuseio de prémoldados. Descreve também a necessidade de conter os requisitos correspondentes à durabilidade das estruturas e elementos pré-moldados, durante sua vida útil, inclusive da classe de agressividade que é adotada em projeto. Especificar propriedades especiais do concreto durante a sua fase construtiva e vida útil da estrutura.

A importância dada aos parâmetros de projeto, conforme explicita Brandão (1998, p.02):

O estudo da agressividade ambiental visa conhecer o comportamento das estruturas e dos materiais componentes (concreto e aço) face aos ataques por agentes externos agressivos presentes no meio ambiente, de modo que possam ser tomadas as respectivas medidas preventivas de proteção, com o intuito de assegurar que as estruturas apresentem durabilidade

#### 2.1.2 Executores

Quanto ao executor, de acordo com a NBR 12655 (ABNT, 2015), é de sua responsabilidade atender a todos os requisitos presentes no projeto estrutural descritos acima, inclusive solicitar aos fornecedores dos serviços de concretagem todos os parâmetros que atendam às exigências do projetista.

Além dos requisitos citados acima, que estão dispostos no item 4.3 referente à mesma norma, descreve que o executor é responsável pela escolha da modalidade do concreto, da dimensão máxima do agregado e demais propriedades, inclusive é incumbido do recebimento e aceitação do concreto, do cuidado com a retirada do escoramento, desforma, rastreabilidade do material entre outras ações.

E este, juntamente com o proprietário da obra, fica em posse de toda a documentação solicitada pelas usinas de concretagem, pelos relatórios e laudos dos ensaios feitos em laboratório que posteriormente serão arquivados pelo prazo de cinco anos.

#### 2.1.3 Concreteiras

Quanto às concreteiras, segundo a NBR 12655 (ABNT, 2015), os fornecedores são responsáveis pelo preparo do material e por seguir também outras normas, como por exemplo, a NBR 7212 (ABNT, 2012), NBR 8953 (ABNT, 2015) dentre outras.

Vale recordar que o concreto pode ser usinado pela central (concreteira) ou fabricado manualmente, mas o presente trabalho está relacionado apenas ao concreto usinado com a contratação de um caminhão betoneira.

Suponha-se que a demanda da obra seja grande, logo esta empresa terceirizada passará a ser responsável por todo o processo deste material e a mesma é responsável pelo "estudo de dosagem, ajuste e comprovação do traço e elaboração do concreto que consiste desde o recebimento e armazenamento dos materiais, sua devida medida e mistura, bem como a verificação das quantidades utilizadas destes materiais" (ZALAF, FILHO e BRAZ, 2014, p. 19). Logo, com esta verificação será comprovada que todas as prescrições estabelecidas em contrato foram cumpridas mediante documentação e que os requisitos do projeto foram atendidos.

# 2.1.4 Laboratórios de controle tecnológico do concreto

Quanto aos laboratórios, primeiramente, devem ser preferencialmente acreditados pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normatização e Qualificação Industrial (INMETRO), que é o órgão gestor dos Programas de Avaliação da Conformidade, no âmbito do Sistema Brasileiro de Avaliação da Conformidade (SBAC).

No Brasil, apenas nove de quarenta e oito laboratórios possuem acreditação de ensaios relacionados ao controle tecnológico do concreto e também de ensaios físicos e químicos dos materiais constituintes do concreto de acordo com o site do Inmetro com relação à Rede Brasileira de laboratórios de Ensaios Acreditados (RBLE) em 2017, com base na classificação analisada por Bauer (2017).

No Quadro 1 expressa essa acreditação associando os estados do Brasil a esse controle.

Quadro 1 – Quantidade de laboratórios de controle tecnológico do concreto acreditados

	Controle tecnológico do concreto			
Estados	Observação	Observação	Observação	
	(1)	(2)	(3)	
São Paulo	10	3	8	
Paraná	1	-	-	
Goiás	1	ı	1	
Minas Gerais	1	ı	-	
Pernambuco	1	ı	-	
Rio Grande do Sul	-	ı	-	
Santa Catarina	-	ı	-	
Rio de Janeiro	-	ı		
Mato grosso do Sul	-	ı	-	
Nº de laboratórios com ensaios de				
CT do concreto acreditados pelo	14	3	9	
Inmetro desde 1983 (34 anos)				

- 1) Ensaio do concreto fresco e de resistência à compressão.
- 2) Ensaio do concreto fresco e endurecido.
- 3) Ensaio do concreto fresco, endurecido e materiais constituintes. Somente o estado de São Paulo e Goiás tem laboratórios na RBLE, acreditados pela coordenação Geral de Acreditação do Inmetro (CGCRE) para a realização do controle tecnológico do concreto.

Fonte: Modificado pelo autor com base no IBRACON (2017).

De acordo com Cova (2001, p. 17) muitas das vezes os mesmos, até os dias de hoje, ainda são "mal vistos" pela sociedade e, por vezes, é perceptível que a equipe técnica dos laboratórios não é tecnicamente preparada para o exercício de suas funções, pois normalmente as pessoas que trabalham nesta área são "práticos" no assunto.

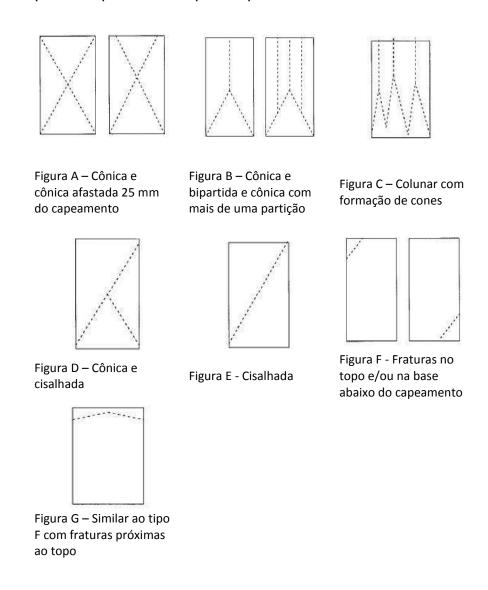
Para tanto, Cova (2001, p. 25) ainda afirma que a política de qualidade e os procedimentos laboratoriais, devem ser estritamente confidenciais e a cargo dos clientes. Por isto, que se faz necessário à averiguação, revisão, o controle, a calibração dos equipamentos por parte destes, para manter um sistema interno de qualidade.

Cada laboratório deve estabelecer este controle por meio de regulamentos internos, software que agilizem o processo de geração dos relatórios finais para os clientes, procedimentos dos ensaios realizados, a fim de oferecer cooperação, ações corretivas e ações preventivas quando for identificada alguma não conformidade em relação às normas e operações técnicas.

Este controle pode ser feito também com a mão-de-obra da construtora, mas nos casos das três obras, as construtoras optaram por contratar o serviço terceirizado.

A NBR 5739 (ABNT, 2018) informa que os relatórios devem possuir itens, tais como, o número de identificação do corpo de prova, data de moldagem, idade do corpo de prova, data de ensaio, dimensões dos corpos de prova, tipo de capeamento empregado, classe da máquina de ensaio, resultado de resistência à compressão individual dos corpos de prova, resultado de resistência à compressão do exemplar (opcional), NBR 12655, ABNT, 2015, e o tipo de ruptura (opcional), como é possível comprovar nos apêndices. Na Figura 1 encontram-se as especificações dos tipos de ruptura.

Figura 1 - Tipos de ruptura dos corpos de prova



Fonte: Modificado pelo autor com base NBR 5739 (ABNT, 2015).

A NBR 5739 (ABNT, 2018), ainda relata que algumas não conformidades nos corpos de prova podem ocorrer quando há uma dispersão entre os resultados de um exemplar e isto é tido como problema na moldagem ou no arremate dos topos e bases deles. Geralmente, estas situações ocorrerem no tipo de ruptura F ou G, conforme exemplificada na figura 1.

Essas não conformidades são associadas a inúmeros fatores que podem interferir no resultado de cada corpo de prova, de acordo com Bauer (2017), como por exemplo, a moldagem do CP (corpo de prova), a cura inicial, a temperatura da água de cura, o transporte, o preparo, a planicidade, a velocidade de ruptura dentre outros.

# 2.2 CONTROLE TECNOLÓGICO DE QUALIDADE

De acordo Bauer (2017, p.24):

Os serviços de Controle Tecnológico ao longo dos anos têm sido tratados como apenas moldagem e ruptura de corpos de prova, por total desconhecimento do meio técnico, o que implicou uma desvalorização de uma das mais importantes atividades da construção. Essa postura tem trazido muitos prejuízos às empresas construtoras, pela necessidade de retrabalho, e aos usuários, pois, às vezes, recebem empreendimentos sem a qualidade que esperavam ou que compraram.

Bauer (2017, p.25) ainda conceitua o controle tecnológico como:

[...] a análise e verificação do concreto e seus materiais constituintes, além do acompanhamento dos serviços de concretagem, recebimento, lançamento, vibração, desforma e cura do concreto.

Com a verificação da compatibilidade dos agregados antes do início dos serviços de concretagem, Bauer (2017) relata que isto diminuiria o custo inicial da obra com base na NBR 6118 (ANBT, 2014), se um plano de controle tecnológico fosse feito antes do início de cada obra em relação à classe de agressividade ambiental.

Logo, ainda afirma que o controle do uso de materiais gera benefícios, tais como: redução do consumo de aglomerante, retrabalho, minimização das fissuras e do próprio custo da construção.

Conforme explica Brandão (1998, p. 06):

A expressão *controle de qualidade* significa hoje algo muito mais complexo e elaborado, que engloba todo o processo construtivo, inclusive estabelecendo um compromisso entre todos os envolvidos – promotores, projetistas, fornecedores, construtoras e usuários – na busca de um nível satisfatório de desempenho das construções

Através do controle nas centrais dosadoras de concreto (CDC's) e as possíveis verificações para a escolha das concreteiras, a Associação Brasileira de Serviços de Concretagem (ABESC) cita alguns fatores levando-se em consideração se a fornecedora possui uma situação jurídica favorável, ou seja, contrato de prestação de serviços, notas fiscais, faturas e outras ações, se são associadas à ABESC, se têm tempo de experiência no ramo, a distância das CDC's em relação à obra, a manutenção da frota de caminhões-betoneira, os certificados de aferição dos equipamentos e não menos importante o desvio padrão da central.

Mediante a estas condições impostas, as centrais (concreteiras) têm que se orientar pelas seguintes normas utilizadas para o concreto que contém outros parâmetros que podem ser levados em consideração, de acordo com a Figura 2.

NBR: 7212 (ABNT, 2012)

NBR: 8953 (ABNT, 2015)

NBR: 6118 (ABNT, 2014)

NBR: 12655 (ABNT, 2015)

Figura 2 - Orientação das normas utilizadas pelas concreteiras

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Os parágrafos acima são confirmados quando Nascimento (2012, p. 17), afirma que "a aceitação do concreto a ser utilizado tem grande relevância em todo esse processo, a procedência desse material deve estar bem especificada, assim como a data de recebimento e a data de fabricação do mesmo".

Depois que a fornecedora foi escolhida, o próximo passo é a ordem de compra do concreto. Neste último fator, muitas das vezes o executor da obra não tem o total conhecimento e não sabe que este pedido não é feito somente com a quantidade do volume do concreto e  $f_{ck}$ , mas que há outros itens a serem pedidos conforme a ABESC (2007), são eles:

- a) Informar a resistência característica do concreto ( $f_{ck}$ );
- b) A trabalhabilidade (*slump test*);
- c) Dimensão máxima do agregado;
- d) Classe de Agressividade Ambiental (CAA).

Além destes itens informados acima, a NBR 7212 (ABNT, 2012) ainda preconiza que há requisitos complementares que podem ser solicitados no ato do pedido compra do concreto, tais como: Tipo e consumo de cimento, relação água-cimento máxima, teor de ar incorporado, tipo e teor de aditivo, tipo de lançamento, algumas propriedades e condições especiais do composto (temperatura, massa específica, módulo de elasticidade ou deformação, permeabilidade, fluência, teor de argamassa) dentre outros.

#### 2.2.1 Rastreabilidade

O estilo de rastreabilidade mais utilizado em obras é a elaboração de croquis ou mapas de concretagem que são registrados nos locais de aplicação onde ocorrerá a concretagem.

Desta forma, com o auxílio de lápis coloridos ou canetas, são preenchidas todas as etapas da construção com as devidas quantidades do volume do concreto e as notas fiscais nestes locais.

No capítulo da metodologia será comprovado se as obras estão de acordo com este controle. Para tanto Zalaf, Filho e Braz (2014), afirmam e completam o parágrafo anterior, quando dizem que "[...] o concreto é um dos materiais mais controlados da engenharia civil. Este controle é realizado pela rastreabilidade do material em questão, que é a capacidade de se localizar o histórico e a aplicação do material por meio de registros gerados".

Com o objetivo de manter a qualidade da obra o Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H) foi estruturado em projetos, que visam a capacitação tecnológica das empresas dentro das normas para solucionar os problemas de qualidade no setor da construção civil. Dentre estes projetos, avalia-se a não conformidade técnica dos materiais usados nas obras, propõe a avaliação de novos produtos não inclusos nas normatizações técnicas e verifica se as empresas estão dentro do padrão de conformidade para a gestão de qualidade.

A rastreabilidade é um quesito importante neste processo, pois aliado ao controle tecnológico proporciona ainda mais a certificação desta conformidade. Por isso, o controle é feito analisando-se alguns pontos quando o caminhão chega à obra. Estes pontos são mencionados abaixo, a fim de conscientizar o leitor e até mesmo aos profissionais da área os parâmetros básicos para tal feito, como:

- Fazer o registro do horário de saída e chegada do caminhão na obra;
- b) Analisar se todos os itens da nota fiscal estão compatíveis com o estipulado no projeto;
- c) Conferir se o lacre do caminhão está compatível com a nota fiscal.

Concluída esta etapa, realiza-se o ensaio de abatimento do tronco de cone (*slump test*) e moldam-se os corpos de prova. A quantidade mínima de CP's é determinada por norma, mas ocorre que as empresas que contratam estes serviços utilizam seu procedimento interno de acordo com a NBR 5738 (ABNT, 2015 – versão corrigida, 2016) como critério para as moldagens.

É necessário que em toda concretagem, o executor da obra ou o funcionário contratado da empresa de laboratório, que realiza os ensaios, anote os locais de aplicação com seus respectivos volumes no mapa de concretagem, preencha com as informações adequadas a ficha de recebimento do concreto e escreva o resultado dos rompimentos para a análise da resistência.

A NBR 12655 (ABNT, 2015), estabelece que de cada betonada (lote) deve ser retirada uma amostra e desta, uma quantidade de exemplares de acordo com o tipo de controle escolhido pela empresa contratada para a execução da obra, a fim de cumprir os limites estipulados na tabela 1.

Tabela 1 - Valores máximos para a formação de lotes de concreto a

Identificação	Solicitação principal dos elementos da estrutura		
(o mais exigente para cada caso)	Compressão ou compressão e flexão	Flexão simples <sup>b</sup>	
Volume de concreto	50 m³	100 m³	
Número de andares	1	1	
Tempo de concretagem	Três dias de d	concretagem <sup>c</sup>	

<sup>&</sup>lt;sup>a</sup> No caso de controle por amostragem total, cada betonada deve ser considerada um lote, conforme 6.2.3.1

- No caso de complemento de pilar, o concreto faz parte do volume do lote de lajes e vigas
- <sup>c</sup> Este período deve ser compreendido no prazo total máximo de sete dias, que inclui eventuais interrupções para tratamento de juntas.

Fonte: Elaborado pelo autor com base NBR 12655 (ABNT, 2015).

A mesma norma citada acima, também preconiza que existem dois tipos de controle estatísticos: Amostragem parcial e total.

Conforme citado no item da tabela 1, a amostragem total (100%) é definida pela resistência à compressão do concreto estipulada por cada betonada e para tanto, valor da resistência característica à compressão estimada é dada pela Equação 1:

$$fck, est = fc, betonada$$
 (1)

#### Onde:

- fc, betonada é o valor da resistência à compressão do exemplar que representa o concreto da betonada.
- fck, est é a resistência característica à compressão do concreto estimada.

Na amostragem parcial os exemplares são retirados de betonadas distintas e as quantidades de amostras mínimas são de seis exemplares para o concreto do grupo I (classes até 50). Já para o grupo II (classes superiores a C50), são doze exemplares.

Para lotes com exemplares de  $6 \le n < 20$  o valor de fck, est (resistência característica à compressão) na idade especificada de acordo com a Equação 2 é:

$$f \text{ck, est} = 2 x \frac{f + f + f + \dots + f - 1}{m - 1} - f$$
 (2)

#### Onde:

- m é igual a n/2;
- $f1 + f2 + \cdots + fm$  são valores das resistências dos exemplares.

Para lotes com número de exemplares de  $n \ge 20$  o valor de fck, est é dado pelas Equações 3 e 4:

$$f \operatorname{ck}, \operatorname{est} = f \operatorname{cm} - 1,65 \, x \, \operatorname{Sd} \tag{3}$$

$$Sd = \sqrt{\frac{1}{n-1}} \sum_{i=1}^{n} (fi - fcm)^{2}$$
 (4)

#### Onde:

- f<sub>cm</sub> é a resistência média dos exemplares do lote (MPa);
- s<sub>d</sub> é o desvio padrão desta amostra de *n* exemplares (MPa).
- 1,65 é a quantidade correspondente a 5% na curva de densidade da distribuição normal de Gauss.

No desvio-padrão, o valor de 1,65 presente na Equação 3, corresponde à quantia do valor de 5% dos corpos de prova que apresentaram resultados da resistência do concreto ( $f_c$ ) inferiores ao  $f_{ck}$  estipulado em projeto. Os outros 95% correspondem a  $f_c \ge f_{ck}$ . A resistência da média aritmética ( $f_{cm}$ ) é o conjunto de valores de obtidos na  $f_c$ .

Na Figura 3 se representa um modelo estatístico da distribuição normal ou de Gauss que analisa de maneira condizente a estruturação das resistências à compressão do concreto. Este valor da resistência apresenta uma probabilidade de 5% de não ser alcançado que se denomina como resistência característica do concreto ( $f_{ck}$ ) conforme mostrado na curva de Gauss.

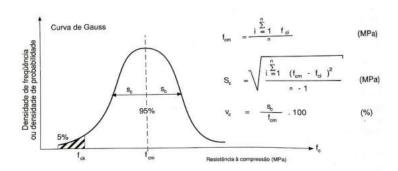


Figura 3 – Modelo estatístico da Curva de Gauss

Fonte: Representação da distribuição da resistência à compressão do concreto (Helene e Terzian, Manual de dosagem e controle do concreto,1993).

A importância da curva de Gauss na rastreabilidade é analisada a partir do momento que é definido o  $f_{ck}$  pelo projetista estrutural e a concreteira elabora um traço do concreto com as devidas dosagens (quantidades) dos materiais específicos conforme estipulado pelo mesmo e obtêm-se o  $S_d$ . No entanto, Helene e Terzian (1993, p.107) afirmam que:

Verifica-se que só a média dos resultados não seria o suficiente para definir e qualificar uma produção de concreto. É necessário considerar a dispersão dos resultados medida através do desvio padrão ou do coeficiente de variação do processo de produção e ensaio.

Com este parâmetro estatístico e adotado em projeto estrutural, uma em cada vinte betonadas pode apresentar valor inferior ao  $f_{ck}$  para concretos com resistência característica à compressão de 20, 25, 30, 35 e 40 MPa, de acordo com (BAUER, 2017).

O mesmo autor ainda destaca que alguns fatores que contribuem para a não conformidade do concreto são:

- a) Deficiência na homogeneidade do concreto no caminhão betoneira;
- b) Deficiência decorrente dos ensaios dos corpos de prova tais como, moldagem, cura, desforma ou o transporte até o laboratório;
- c) Deficiência no controle de qualidade na produção do concreto tais como, variação considerável da granulometria do agregado miúdo, pesagem dos materiais constituintes entre outros.

A NBR 12655 (ABNT, 2015), ainda preconiza que quando o concreto obtiver desvio padrão conhecido o valor do mesmo deve ser fixado com no mínimo de vinte resultados consecutivos obtidos em um intervalo de trinta dias. Em nenhuma hipótese o valor do desvio padrão ( $s_d$ ) deve ser adotado como menor que 2 MPa.

Com o desvio desconhecido, adotam-se os valores referentes da Tabela 2 para o cálculo da resistência de dosagem e no item 5.6.3.1 referente a norma citada no parágrafo anterior, explicita que:

 a) condição A (aplicável a todas as classes de concreto): o cimento e os agregados são medidos em massa, a água de amassamento é medida em massa ou volume com dispositivo dosador e corrigida em função da umidade dos agregados;

 b) condição B (pode ser aplicada às classes C10 a C20): o cimento é medido em massa, a água de amassamento é medida em volume mediante dispositivo dosador e os agregados medidos em massa combinada com volume, de acordo com o exposto em 5.4;

c) condição C (pode ser aplicada apenas aos concretos de classe C10 e C15): o cimento é medido em massa, os agregados são medidos em volume, a água de amassamento é medida em volume e a sua quantidade é corrigida em função da estimativa da umidade dos agregados da determinação da consistência do concreto, conforme disposto na ABNT NBR NM 67 ou outro método normalizado.

Tabela 2 - Desvio-padrão a ser adotado em função da condição de preparo do concreto

Condição de preparo	Desvio-padrão		
do concreto	MPa		
A	4,0		
В	5,5		
С	7,0		

Fonte: Elaborado pelo autor com base na NBR 12655 (ABNT, 2015).

As condições do método de adensamento estão dispostas na NBR NM 67 (ABNT, 1998), na qual a escolha dele refere-se às seguintes de acordo especificações das Tabelas 3 e 4:

Tabela 3 - Classes de consistência

Classe	Abatimento (mm)	Método de adensamento
S10	10 ≤ A < 50	Mecânico
S50	50 ≤ A < 100	Mecânico ou manual
S100	100 ≤ A < 160	Mecânico ou manual
S160	160 ≤ A < 220	Manual
S220	A ≥ 220	Manual

Fonte: Elaborado pelo autor com base na NBR 5738 (ABNT, 2015).

Tabela 4 - Número de camadas para moldagem dos corpos de prova a

	Dimensão	Número de	camadas em	Número de
Tipo de	básica	função c	golpes para	
corpos de prova	( <i>d</i> )	adensamento		adensamento
•	mm	Mecânico	Manual	manual
	100	1	2	12
	150	2	3	25
Cilíndrico	200	2	4	50
Cilifianco	250	3	5	75
	300	3	6	100
	450	5	-	-
	100	1	1	75
Prismático	150	1	2	75
	250	2	3	200
	450 <sup>b</sup>	3	-	-

b Para concretos com abatimento superior a 160 mm, a quantidade de camadas deve ser reduzida à metade da estabelecida nesta Tabela. Caso o número de camadas resulte fracionário, arredondar para o inteiro superior mais próximo.

Fonte: Elaborado pelo autor com base na NBR 5738 (ABNT, 2015).

 $<sup>^{\</sup>circ}\,$  No caso de dimensão básica de 450 mm, somente é permitido adensamento mecânico.

#### 2.3 PROPRIEDADES AVALIADAS PARA O RECEBIMENTO DO CONCRETO

O conhecimento das propriedades do concreto é essencial para garantir o bom desempenho da qualidade da obra. Logo abaixo serão citados alguns conceitos comumente avaliados na prática e que são bastante afetados pelo grau de adensamento.

# Segundo Martins (2008):

A obtenção de um concreto com trabalhabilidade adequada, ao contrário do que se imagina, não depende unicamente da quantidade de água utilizada. Nem sempre o acréscimo de água na mistura leva a uma maior trabalhabilidade, podendo, muitas vezes, levar à exsudação, à segregação, ou simplesmente, a um aumento do abatimento.

A trabalhabilidade envolve uma série de requisitos das características de cada componente a fim de manter uma proporção adequada dos materiais e para que isso aconteça muitas das vezes se faz necessário a adição de aditivos. Esta propriedade determina a facilidade com o qual o concreto pode ser manuseado sem segregação.

Para atender a estes critérios, a Tabela 5 determina os valores de tolerância relacionados a trabalhabilidade e ao abatimento para o ensaio de *slump test* conforme prescrição da NBR 7212 (ABNT, 2012).

Tabela 5 - Trabalhabilidade x Abatimento

Trabalhabilidade	Abatimento (mm)
Abatimento zero	0
Muito baixa	5 a 10
Baixa	15 a 30
Média	45 a 75
Alta	80 a 155
Muito alto	160 ao desmoronamento

Fonte: Elaborado pelo autor com base na NBR 7212 (ABNT, 2012)

Esta proporção determina que o concreto coeso é aquele que se apresenta homogêneo e não há segregação de materiais da mistura em todas as fases de sua utilização, quer seja no lançamento, no transporte, na produção, ou mesmo no seu adensamento durante a concretagem da estrutura, segundo (DURAN e FRACARO, 2011, p. 30).

Durante o ensaio de abatimento, uma forma de manter a coesão da mistura é bater com a haste metálica lateralmente na fôrma do corpo de prova, mas não existem ensaios normatizados para se medir esta coesão do material.

Outro termo muito comumente utilizado é a consistência, que segundo Neville e Brooks (2013, p. 78) é a resistência da forma de uma substância ou a facilidade com que ela flui, mas também é entendida como uma medida do grau de umidade, ou seja, concretos com as mesmas condições de consistência podem apresentar trabalhabilidades diferentes.

Ainda segundo os autores, segregação pode ser definida como a separação dos constituintes de uma mistura heterogênea de modo que sua distribuição não seja mais uniforme. Há dois tipos de segregação:

- a) As partículas tendem a se separar, pois deslizam sobre superfícies inclinadas e ou se alocam mais que as partículas mais finas;
- b) Manifestação de separação da pasta (cimento e água) devido ao excesso de água nas misturas. Isto é visível quando a água se acumula na superfície do corpo de prova pouco tempo depois de moldado (exsudação).

A determinação da resistência a compressão do concreto ( $f_c$ ) é realizada a partir de ensaios padronizados e regulamentados pelas normas NBR 5739 (ABNT, 2018) e NBR 5738 (ABNT, 2015 – versão corrigida, 2016) que determinam os procedimentos do ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos e moldagem e cura dos CP's, respectivamente. Com valores de  $f_c$  encontrados no rompimento, é feito uma média aritmética para encontrar a resistência média à compressão do concreto ( $f_{cm}$ ), conforme disposto na Figura 3 na curva de Gauss.

Durante o carregamento de ensaio, segundo a NBR 5739 (ABNT, 2018) deve ser aplicado continuamente e sem choques, com a velocidade de  $(0,45\pm0,15)$  MPa/s. E a mesma deve ser mantida constante de carregamento.

A mesma norma ainda estabelece de acordo com a Tabela 6 que os corpos de prova devem se rompidos em datas determinadas com suas tolerâncias.

Tabela 6 - Tolerância para a idade de ensaio

Idade de ensaio	Tolerância permitida (h)
24h	0,5
3 d	2
7 d	6
28 d	24
63 d	36
91 d	48

NOTA: Para outras idades de ensaio, a tolerância deve ser obtida por interpolação

Fonte: Elaborado pelo autor com base NBR 5739 (ABNT, 2018).

### 3. METODOLOGIA

O controle tecnológico e a rastreabilidade são métodos que verificam, especificam e avaliam a qualidade do concreto em obra desde o momento de elaboração do traço pela central até a entrega deste no local destinado. No relatório final a avaliação de conformidade ou não conformidade dos resultados é feita de maneira crítica e cautelosa, observando-se todos os possíveis erros desde o lançamento do concreto até seu rompimento.

Crescem a preocupação com a segurança e a qualidade das estruturas de concreto e a busca pela resposta à indagação: Por quê, após tantos anos de pesquisa, ainda existem tantos problemas referentes à este controle e fiscalização?

A resposta para este questionamento, apesar de anos de pesquisas de trabalhos correlatos e como impactam na segurança final das estruturas, é mencionado por Brandão (1998, p.131) que uma das soluções é obter um olhar crítico, pois "o que falta, no momento, é a aceitação e a aplicação inteligente do conhecimento disponível e recentemente desenvolvido.

E essencial que a fiscalização também seja observada e levada à sério, para que "o próprio poder público, cujas ações devem ser efetuadas no sentido de instituir legislação específica para a obrigatoriedade de inspeções periódicas em obras públicas e privadas" (IBRACON, 2006, p. 973), entendam que como consequência "[...] de se instituir essa obrigação, deve-se estimular também a realização das inspeções e manutenções preventivas" (IBRACON, 2006, p. 973).

Neste contexto, fazem-se necessárias verificações e acompanhamentos desde a fase da produção do concreto até o canteiro de obras e esta supervisão deve ser feita por profissionais que tenham conhecimento a respeito do controle de qualidade e das normas técnicas.

As informações obtidas, tais como relatórios de recebimento do concreto, ensaios de resistência à compressão e consistência, procedimentos e demais documentações foram autorizadas pelo laboratório contratado, sendo os *checklists* elaborados pelo próprio autor.

A análise das responsabilidades do projetista foi realizada com a observação dos projetos, averiguando-se parâmetros como  $f_{\rm Ck}$ , relação água/cimento, classe de agressividade, cobrimento nominal, módulo de elasticidade, dimensão máxima dos agregados e dentre outros itens se estavam devidamente descritos nos desenhos que descrevem o projeto tecnicamente.

Em relação à concreteira, foi observado nas notas fiscais se as especificações descritas estavam condizentes com as especificações do projeto, do pedido pelo executante e das normas técnicas.

No que se refere às responsabilidades da empresa executante da obra foi observado os procedimentos de controle da rastreabilidade (definição dos locais de aplicação a serem ensaiados pelo laboratório), o recebimento e aceitação do concreto e se verificou as notas de projeto e as notas fiscais.

No que tange ao laboratório, o acompanhamento foi feito na observação das moldagens dos corpos de prova, no seu rompimento e no transporte dos mesmos e na calibração dos equipamentos (prensas).

Após a realização de cada grupo de *checklist* foi discutido as conformidades e não conformidades dos procedimentos verificados e os resultados dispostos em porcentagem nos itens analisados nos gráficos de proporção foram obtidos através de médias elaboradas no excel. O critério analisado para todos os itens obteve o mesmo peso, visto que todos esses fatores são relevantes para o controle tecnológico do concreto.

Os conteúdos presentes neste trabalho foram estudados, analisados e pesquisados nas normas técnicas, em artigos eletrônicos, livros e entre outros trabalhos acadêmicos que apresentaram ideias semelhantes ao tema retratado neste estudo.

### 3.1 ESTUDO DE CASO

## 3.1.1 Descrição das obras

As três obras selecionadas, as empresas de serviços de concretagem e a empresa contratada pelos serviços laboratoriais, serão identificadas, respectivamente, pelos codinomes de: Obras X, Y, Z; Concreteiras A, B, C; e Laboratório A. Esses codinomes foram descritos com o intuito de evitar exposições das possíveis inadequações dos procedimentos e manter o sigilo e confiabilidade dos dados.

### 7.1.1.1 Obra X

A Obra X contém uma área total a ser construída de 5.418,46 m², composta de um prédio misto, sendo o térreo mais cinco pavimentos. O térreo será reservado para a garagem e os cinco últimos serão residenciais, sendo quatro apartamentos por andar. O prazo final da execução, previsto pela empresa responsável é até outubro de 2020, sendo o seu início em fevereiro de 2019. A resistência de projeto é de 30 Megapascal (MPa).

A tipologia é de concreto armado convencional, a laje é nervurada e a fundação em estaca hélice contínua monitorada. Na visita, a concretagem acompanhada foi ensaiada em relação aos pilares do térreo e a primeira laje.

## 7.1.1.2 Obra Y

A Obra Y é composta de prédios residenciais (condomínio), localizados em Macaé (São José do Barreto) contendo uma área total a ser construída de 22.220,54 m², sendo quatro apartamentos por andar, uma capacidade total de 464 apartamentos e 29 blocos. As unidades possuem 16 apartamentos, todos divididos em 2 quartos, banheiro social, circulação, sala, cozinha e área de serviço. O prazo final da execução da obra, previsto pela empresa responsável é até outubro de 2020, sendo o seu início em julho de 2018. A resistência de projeto é de 20 Megapascal (MPa). A tipologia é de concreto armado convencional, a laje é maciça e a fundação em estaca hélice contínua monitorada. Na visita, os elementos ensaiados e concretados foram às estacas e blocos.

### 7.1.1.3 Obra Z

As especificações da Obra Z são semelhantes a Obra Y, pois ambas pertencem a mesma construtora, mas apenas o local é diferente. Os prédios residenciais (condomínio), contém uma área total a ser construída de 22.220,54 m², sendo quatro apartamentos por andar, uma capacidade total de 468 apartamentos e 29 blocos, sendo o primeiro bloco o de acessibilidade. As unidades possuem 16 apartamentos, todos divididos em 2 quartos, banheiro social, circulação, sala, cozinha e área de serviço. O prazo final da execução da obra, previsto pela empresa responsável é até outubro de 2020, sendo o seu início em julho de 2018. A resistência de projeto é de 20 (Megapascal) MPa. Os elementos ensaiados foram estacas e blocos.

# 3.2 INFORMAÇÕES GERAIS

Como citado acima, os locais de aplicação para cada empreendimento, resumidamente foram: Pilares do térreo e primeira laje (nervurada) da Obra X; Estacas e blocos da Obra Y e estacas e blocos da Obra Z.

No acompanhamento geral das obras, os ensaios e as moldagens dos corpos de prova foram feitos apenas por uma empresa responsável (Laboratório A) que prestou serviços tanto laboratoriais quanto *in loco* do concreto nos empreendimentos.

No entanto, tanto a Obra Y e a Z contrataram mais de um laboratório para a realização dos ensaios, mas estes não foram acompanhados nesta pesquisa. No Quadro 1, o resumo dos responsáveis pelo recebimento e ensaios do concreto nos empreendimentos:

Quadro 2 - Responsáveis pelos ensaios e recebimento do concreto dos empreendimentos

Obra	Responsável pelos	Responsáveis pelo	
Obia	ensaios	recebimento	
Х	Laboratório A	Laboratorista, estagiário, executor	
^	Laboratorio A	da obra	
Y	Laboratório A	Laboratorista e estagiário	
Z	Laboratório A	Laboratorista e estagiário	

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

## 4.1 ANÁLISE DOS RESULTADOS

## 4.1.1 Rastreabilidades nas Obras X, Y e Z

### 4.1.1.1 Obra X

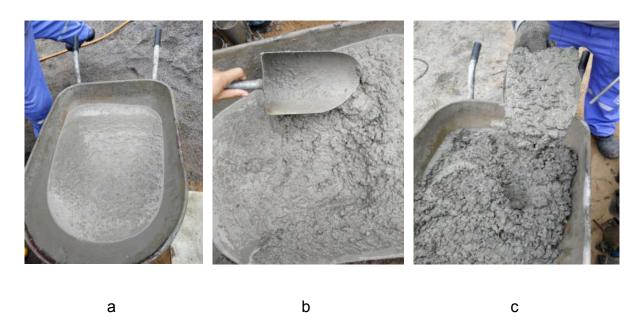
Durante o acompanhamento na Obra X, localizada mais precisamente no município de Aracruz – ES foi constatado que o tempo estava nublado com uma leve chuva, os locais de aplicação para os serviços de concretagem foram à continuação dos pilares do térreo, a primeira laje, as vigas de transição e alguns capitéis retangulares posicionados na parte de baixo de alguns pilares desta mesma laje. O consumo de concreto gasto nesta etapa da rastreabilidade foi de 208 m³ de concreto, sendo este utilizado em uma laje nervurada com fôrmas plásticas de dimensões 80x80 cm, altura de 32,455 cm, comprimento de 38,68 m e largura de 19,63 m.

No que diz respeito ao transporte, o mesmo foi feito de maneira rápida, não ultrapassando o tempo limite (150 minutos) estipulado pela NBR 7212 (ANBT, 2012), em seu item 4.5.3, pois a central dosadora de concreto da concreteira A, se localizava apenas a distância de 2,8 km do local da concretagem.

O ensaio de *slump test*, foi feito por profissional habilitado e contratado do laboratório que prestou serviços para a construtora. A ficha de recebimento do concreto foi preenchida por um estagiário, assinada pelo executor responsável da obra e ambos acompanharam todos os processos da concretagem. Durante o lançamento foi separado um pequeno volume de concreto no carrinho de mão para a realização do ensaio e observou-se, visivelmente, que a consistência e a trabalhabilidade do concreto estavam dentro do tolerado e especificado, porém por vezes, o composto se apresentava em um estado mais "aberto" (acúmulo de água nas laterais, Figura 4a), como é dito em obra e por outras betonadas em um estado mais "fechado" (concreto com menor quantidade de água, Figura 4c).

Certificou-se que o composto por hora não se apresentava coeso, ou seja, possuía mais agregado brita 0 do que brita 1 no traço, o que futuramente poderá acarretar na resistência final encontrada no ensaio para o rompimento dos corpos de prova. O ensaio realizado para a verificação estava de acordo com a norma NBR 5739 (ABNT, 2018). Na Figura 4 é demonstrado o citado.

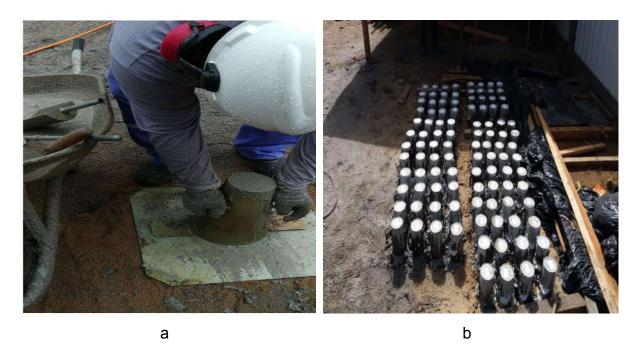
Figura 4 - Concreto em estado fresco da Obra X



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Na Figura 4a é possível perceber o acúmulo de água nas laterais (estado mais ("aberto"), identificando uma falha de coesão da mistura. Nas Figuras 4b e na 4c o composto foi misturado novamente com uma concha antes do ensaio de *slump test*, a fim de evitar a segregação dos agregados. Na Figura 4c o concreto apresentou-se com menor quantidade de água (estado mais "fechado"), facilitando na moldagem dos CP's.

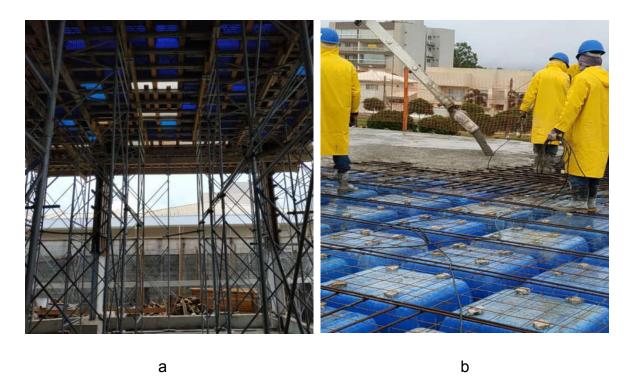
Figura 5 - Slump test e moldagens dos corpos de prova da Obra X



Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Na Figura 5a é possível perceber o ensaio de *slump test* sendo realizado e a comprovação de que havia a incidência de uma leve chuva. E na Figura 5b, as moldagens de todos os corpos de prova, devidamente identificados com uma etiqueta. Após finalizadas as moldagens, foram tampadas com compensados de madeira que sobraram da obra. Depois de 12 horas, os CP's foram recolhidos e transportados para o laboratório para a cura em uma caixa d'água. Eles foram marcados com giz adequado na parte superior com as datas de rompimento para o ensaio de 7 e 28 dias.

Figura 6 - Execução e concretagem da primeira laje e dos pilares do térreo da Obra X



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

A Figura 6a demonstra a execução da primeira laje nervurada, sendo possível observar as fôrmas plásticas e os elementos estruturais. Na Figura 6b, a concretagem foi feita na distância adequada no que condiz a NBR 14931 (ABNT, 2004), pois o concreto deve ser lançado o mais próximo possível de sua posição definitiva, evitando-se incrustação de argamassa nas paredes das fôrmas e nas armaduras.

Figura 7 - Finalização da concretagem da Obra X



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Tanto na Figura 7*a*, quanto na Figura 7*b*, mostra a finalização da concretagem na laje nervurada. É possível observar a presença dos capitéis ao redor do pilar e os acabamentos da laje vista de cima e de baixo.

Figura 8 - Rompimento na prensa manual e elétrica do laboratório A da Obra X





a b

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Tanto na prensa manual, como na elétrica, o capeamento de neoprene é colocado dentro dos dois discos de cobre, e após isto se coloca um disco na parte superior o outro na inferior do corpo de prova, centralizando-o para o rompimento.

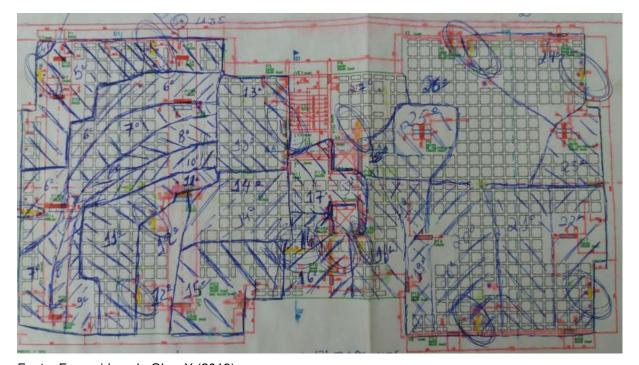
A utilização das duas prensas, manual e elétrica, foi opção do laboratorista, pois devido à grande quantidade de corpos de prova moldados, seria mais viável romper com as duas ao mesmo tempo e anotando-se os resultados mostrados no aparelho, de quilograma força (kgf), convertidos para Megapascal (MPa). Todas as informações das prensas encontram-se no Quadro 3:

Quadro 3 - Dados gerais das prensas da Obra X

Manual (100 toneladas)	Elétrica (100 toneladas)			
Data de calibração				
27/05/2019	14/01/2019			
Marca				
Técnica Paraíso	Brasil Solos			
Modelo				
PCM100	N 1500LC			

Fonte: Elaborado pelo Autor (2019).

Figura 9 - Mapa de rastreabilidade da Obra X



Fonte: Fornecido pela Obra X (2019).

Este mapa de rastreabilidade foi feito pelo engenheiro da obra durante a concretagem. As numerações contidas no mesmo são referentes às quantidades de caminhões betoneira pedidos na ordem de compra. Estes locais de aplicação foram passados para o estagiário do laboratório A e este preencheu a ficha com todas as informações necessárias.

### 4.1.1.2 Obra Y

Durante o acompanhamento na Obra Y, localizada mais precisamente na cidade de Macaé/RJ, foi constatado que o tempo ensolarado, os locais de aplicação para os serviços de concretagem foram às estacas e blocos. Foram utilizadas estacas de diâmetros Ø40cm e Ø30cm. Para o diâmetro de 40cm até 50 tf foram utilizadas 12 estacas no total, com a quantidade de 5 barras longitudinais, bitola de 12,5mm e estribo de 6,3mm. Para Ø30cm até 35tf foram utilizadas 60 estacas no total, com a quantidade de 4 barras longitudinais, bitola de 12,5mm e estribo de 6,3mm, conforme previsto nas notas e legendas de projeto.

No que diz respeito ao transporte, ele foi feito de maneira rápida, não ultrapassando o tempo limite (150 minutos) estipulado pela NBR 7212 (ABNT, 2012), em seu item 4.5.3, pois a central dosadora de concreto da concreteira B, se localizava apenas 2,5 km do local da concretagem.

O ensaio de *slump test*, foi feito por profissional habilitado e contratado do laboratório que prestou serviços para a construtora. A ficha de recebimento do concreto foi preenchida pelo mesmo, assinada pelo executor responsável da obra e ambos acompanharam todos os processos da concretagem.

Figura 10 - Moldagem e identificação dos corpos de prova prontos para o processo de cura da Obra Y





a b

Na Figura 10*a* é possível perceber os CP's moldados pelo laboratorista após o ensaio de *slump test*. E na Figura 10*b*, as moldagens de todos os corpos de prova, devidamente identificados e marcados em seu topo com as datas de rompimento para 14 e 28 dias.

Figura 11 - Estacas concretadas e preparação para a concretagem do lajão da Obra Y



a b

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Na Figura 11*a*, o local de aplicação do concreto foi destinado às estacas do tipo hélice contínua monitorada. Este tipo de perfuração consiste na introdução de um trado helicoidal (tubo vazado) no terreno até uma devida profundidade estipulada no projeto de fundações. Na Figura 11*b*, toda a tubulação hidrossanitária e elétrica foi assentada no solo antes da concretagem para evitar futuros furos na laje executada.

Ainda na Figura 11*a*, à estaca foi preparada para a cota de arrasamento, e esta foi prevista em projeto que deveria ser embutida no bloco de coroamento de no mínimo 10 cm e o corte das "cabeças" das estacas, recomendado em projeto foi de 30 cm.







b

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

а

Tanto na Figura 12a, quanto na Figura 12b, é possível identificar a finalização da concretagem do radier utilizado na Obra Y, sendo esta laje propícia para receber as cargas dos pilares e paredes (alvenaria estrutural) e descarregadas no solo de maneira uniforme.

Figura 13 - Colocação dos blocos de alvenaria no lajão da Obra Y



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Todos os blocos da construtora foram usados para a alvenaria estrutural e estes também foram utilizados como blocos de vedação, canaleta e meia canaleta, com dimensões das famílias de: 9x19x39; 14x19x39; 9x19x19. Na Figura 13 mostra a representação da primeira fiada de blocos para as paredes.

Figura 14 - Prensa manual no laboratório A in loco da Obra Y



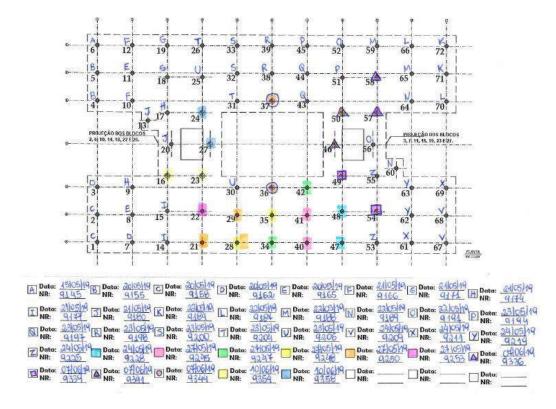
Na prensa manual, o capeamento de neoprene é colocado dentro dos dois discos (dispostos dentro da prensa), e após isto se coloca um disco na parte superior o outro na inferior do corpo de prova, centralizando-o para o rompimento de acordo com o Quadro 4:

Quadro 4 - Dados gerais da prensa da Obra Y

Tipo	Marca	Modelo	Data de calibração
Manual	Autonics	MT4W	03/09/2018
(100 toneladas)			

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Figura 15 – 1º Mapa de rastreabilidade da Obra Y



| Data: 03|05|19 | Data: 03|0

Figura 16 - 2º Mapa de rastreabilidade Obra Y

Fonte: Elaborado pelo Autor (2019).

Ambos os mapas de rastreabilidade foram constituídos da data de moldagem, do local de aplicação do concreto (estacas) e da nota fiscal.

## 4.1.1.3 Obra Z

Durante o acompanhamento na Obra Z, localizada mais precisamente cidade de Macaé - RJ foi constatado que o tempo estava ensolarado e os locais de aplicação para os serviços de concretagem foram às estacas. Foram utilizadas estacas de 14 metros aproximadamente, com armadura longitudinal de 5Ø16,0 mm (comprimento de 8m), transversal de Ø8,0 mm a cada 20 cm (estribo helicoidal), diâmetros Ø50cm com carga máxima de compressão de 62,5 t e tração de 6 t conforme previsto nas notas e legendas de projeto.

No que diz respeito ao transporte, o mesmo foi feito de maneira rápida, não ultrapassando o tempo limite (150 minutos) estipulado pela NBR 7212 (ANBT, 2012), em seu item 4.5.3, pois a central dosadora de concreto da concreteira C, se localizava apenas há uma distância de 4,2km do local da concretagem.

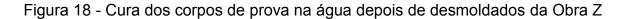
O ensaio de *slump test*, foi feito por profissional habilitado e contratado do laboratório que prestou serviços para a construtora. A ficha de recebimento do concreto foi preenchida pelo mesmo, assinada pelo executor responsável da obra e ambos acompanharam todos os processos da concretagem.

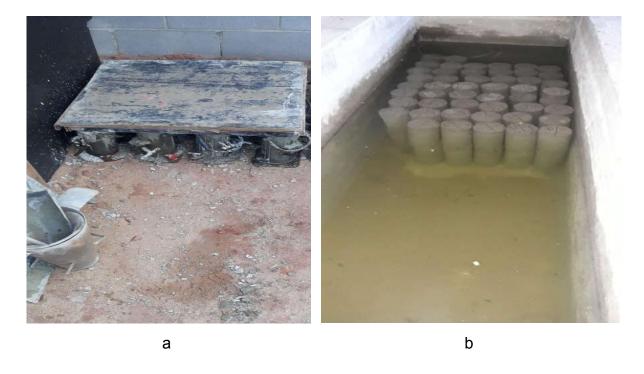
Figura 17 - Preparação e moldagem dos corpos de prova da Obra Z



Fonte: Elaborado pelo Autor (2019)

Na Figura 17*a* é possível perceber a preparação dos CP's para o ensaio de *slump test*. E na Figura 17*b*, as moldagens de todos os corpos de prova, devidamente identificados com uma etiqueta para o futuro ensaio de rompimento para 14 e 28 dias.





Fonte: Elaborado pelo Autor (2019).

Na Figura 18*a*, após a moldagem, foi utilizado um pedaço de compensado que sobrou da obra para cobrir os CP's. E na Figura 18*b*, as moldagens de todos os corpos de prova, foram marcados com giz adequado na parte superior com as datas de rompimento para 14 e 28 dias. Após isto, foram colocados em um tanque de concreto para a devida cura.

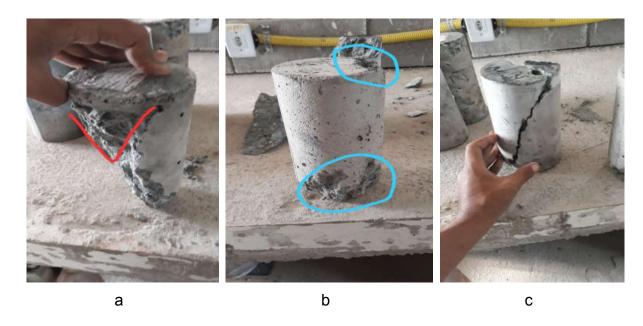
Figura 19 - Rompimento dos corpos de prova da Obra Z



Fonte: Elaborado pelo Autor (2019).

A Figura 19a é apenas demonstração de como o laboratório A foi montado *in loco*. E na Figura 19b, todos os corpos de prova, foram rompidos com as datas de rompimento adequadas e depois descartados.

Figura 20 - Rompimento dos corpos de prova (tipos de ruptura)



Antes das rupturas foram verificadas se haviam irregularidades nas superfícies dos corpos de prova, a fim de minimizar os desvios de planicidade. Por isto, foi utilizado o neoprene, que é um tipo de capeamento utilizado no topo dos CP's para mantê-los uniformes e para que a ruptura alcance a resistência esperada para as idades de ensaio.

Figura 21 – Execução e concretagem da fundação (estaca hélice) da Obra Z



A fundação da Obra Z também foi feita por estacas hélice contínua monitorada de maneira similar a Obra Y.

Figura 22 - Concretagem blocos de coroamento no condomínio da Obra Z



Na Figura 22a, a estaca é preparada para a cota de arrasamento, de modo que a estaca e a armadura penetrem no bloco de coroamento como é o caso da Figura 22c e 22d, com comprimento suficiente para garantir a transferência de esforços. Por isso se prepara a "cabeça" da estaca, como é popularmente dito em obra, para estabelecer esta ligação entre os elementos estruturais.

Figura 23 - Prensa manual do laboratório A in loco da Obra Z



Fonte: Elaborado pelo Autor (2019).

Na prensa manual, o capeamento de neoprene é colocado dentro dos dois discos (acima da prensa), e após isto se coloca um disco na parte superior o outro na inferior do corpo de prova, centralizando-o para o rompimento conforme o Quadro 5:

Quadro 5 - Dados gerais da prensa da Obra Z

Tipo	Marca	Modelo	Data de calibração
Manual	Pavitest / Autonics	PCM100	15/02/2019

Figura 24 - Mapa de rastreabilidade da Obra Z

Fonte: Elaborado pelo Autor (2019).

O mapa de rastreabilidade é feito de forma semelhante na Obra Y, pois ambas as obras são constituídas com um mesmo padrão estrutural. O que difere são as datas de moldagens, numeração de estacas, profundidade e o bloco no qual o concreto foi lançado.

## 4.1.1.4 Verificação dos projetos, da concreteira, do laboratório e dos executantes

Na Obra X, o projeto analisado continha os itens: A classe de agressividade ambiental (CAA) igual a III, sendo do tipo marítima/industrial conforme preconiza a NBR 6118 (ABNT, 2014) e de acordo com o  $f_{ck}$  igual a 30 MPa para os elementos estruturais no geral, o cobrimento das armaduras de todos os elementos, tais como viga (4 cm), pilares (3,5 cm), sapatas corridas (4 cm) e dentre outros, módulo de elasticidade ou módulo de deformação tangente inicial mínima ( $E_{ci}$ ) igual a 30 GPa, fator a/c máximo igual a 0,55, diâmetro máximo do agregado de 19 mm (brita 1) e também a estimativa dos volumes dos materiais (vigas, pilares, sapatas, área estrutural, blocos e pisos e rampas).

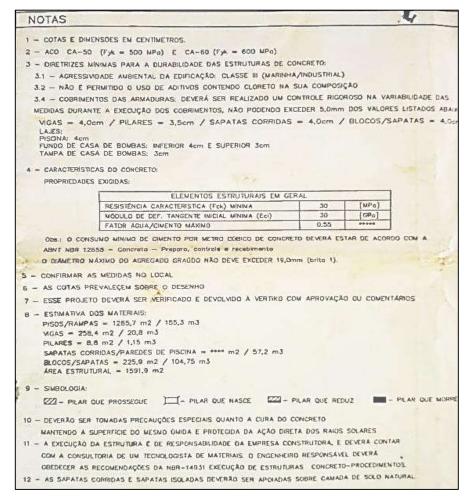
Na Obra Y, o projeto analisado continha os itens:  $f_{ck} \ge 20$  MPa, cobrimento mínimo para armadura das estacas (7cm ao longo do fuste, CA-50), consumo mínimo de cimento (400 kg/m³), *slump test* de (220±30) mm, especificação para o concreto conter somente brita 0 ou pedrisco, a porcentagem de argamassa em massa tinha que ser  $\ge$  55%, a locação de bomba estacionária de concreto, sondagens de até 23 metros, recomendou-se que as estacas fossem feitas alternativamente e com distanciamento mínimo de 5 diâmetros de uma estaca para outra. Mas se caso a camada de solo fosse mole e/ou aterro, o espaçamento seria maior.

Na Obra Z, o projeto analisado continha os itens:  $f_{ck} \ge 20$  MPa, fator a/c máximo menor igual a 0,60, *slump test* de (250±30) mm, estacas de aproximadamente 14 metros com armadura longitudinal de 5Ø16,0 mm (comprimento de 8 m), transversal de Ø8,0 mm a cada 20 cm (estribo helicoidal) e diâmetro ØF=50 cm consumo mínimo de cimento (400kg/m³) e assim como na Obra Y, o projeto previa a especificação para o concreto conter somente brita 0 ou pedrisco, a porcentagem de argamassa em massa tinha que ser  $\ge 55\%$ , a locação de bomba estacionária de concreto, cobrimento mínimo para armadura das estacas (7 cm ao longo do fuste, CA-50) e 3 cm para base,  $E_{ci} \ge 28000$  MPa, carga máxima de compressão igual a 62,5t (por estaca) e carga máxima por tração igual a 6t (por estaca).

Nos desenhos e memórias de todos os projetos, o empreendimento Y, não explicitava o  $E_{\text{ci}}$ , a CAA e o fator a/c. Na Obra Z também não explicitava o CAA. Em contrapartida, em nenhum dos casos os projetos faziam referência às especificações da resistência característica do concreto para a idade de "j" dias ( $f_{\text{ckj}}$ ), ou seja, 28 dias, para as etapas construtivas, como a retirada do cimbramento, conforme estabelecido na NBR 12655 (ABNT, 2015).

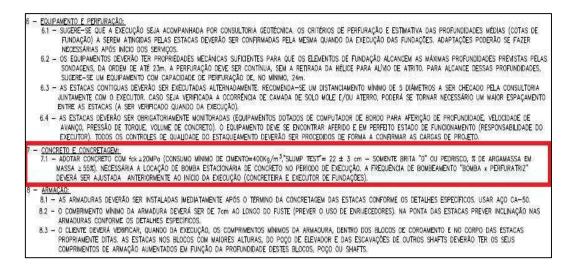
Estes requisitos são comprovados nas Figuras 25, 26, 27 e 28 para as três obras:

Figura 25 - Notas de projeto da Obra X



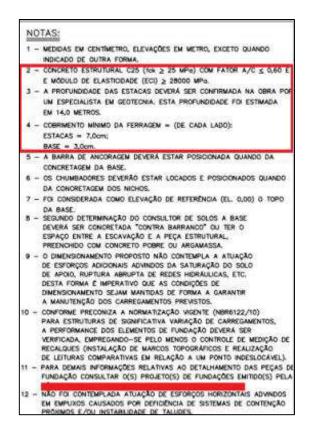
Fonte: Fornecido pela Obra X (2019).

Figura 26 - Notas de projeto da Obra Y



Fonte: Fornecido pela Obra Y (2019).

Figura 27 - Notas de projeto da Obra Z



Fonte: Fornecido pela Obra Z (2019).

Figura 28 - Continuação das notas de projeto da Obra Z



Fonte: Fornecido pela Obra Z (2019).

Em todas as notas de projeto, foi possível identificar as restrições, as recomendações dos projetistas, os dimensionamentos, detalhamentos e determinações sobre o controle tecnológico do concreto.

Quadro 6 - Resumo das comparações das responsabilidades de projeto

RESPONSABILIDADES DO PROJETO			
PARÂMETRO DE PROJETO (NBR 6118:2014)	Obra X	Obra Y	Obra Z
f <sub>ck</sub> nas notas de projeto?	SIM	SIM	SIM
f <sub>ckj</sub> para retirada do cimbramento?	NÃO	NÃO	NÃO
Relação a/c?	SIM	NÃO	SIM
Cobrimento mínimo?	SIM	SIM	SIM
Expressa a CAA?	SIM	NÃO	NÃO
Módulo de elasticidade (E₀)?	SIM	NÃO	SIM
O <i>E</i> <sub>cj</sub> para retirada do cimbramento?	NÃO	NÃO	NÃO
Diâmetro dos agregados?	SIM	SIM	SIM
Faixa de abatimento?	NÃO	SIM	SIM

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

O entendimento geral para muitos leigos no assunto e até mesmo profissionais da engenharia civil consideram a resistência característica do concreto ( $f_{ck}$ ) como a principal característica de todos os itens analisados, visto que ela serve de parâmetro para a vida útil da estrutura, porém outro fator relevante para a durabilidade das estruturas e que só foi encontrado em uma nota de projeto foi a classe de agressividade ambiental (CAA) que está diretamente relacionada aos fatores de a/c e cobrimento mínimo.

Em relação ao  $E_{cj}$  e  $f_{cj}$  que não estavam presentes em nenhum dos casos e são importantes para a retirada das fôrmas e escoras em cada etapa construtiva da obra, não foram levados em consideração como preconiza a NBR 12655 (ABNT, 2015). Esta postura equivocada do projetista pode provocar futuros problemas patológicos na estrutura como fissuras e deformações, visto que os concretos são diferentes e possuem o tipo de cimento, o consumo, o traço e outros fatores diferentes também, o que implica em comportamentos divergentes. É justamente por isto, que o prazo para retirada das fôrmas e escoras tem que ser estabelecido para garantir a segurança da estrutura e diminuir estes riscos.

Portanto, analisando os Gráficos 1 e 2, as conformidades e não conformidades foram estabelecidas de acordo com os parâmetros do *checklist*. O primeiro gráfico mostra a proporção individual de cada empreendimento, e o segundo a proporção geral dos dados.

Gráfico 1 - Resultados das conformidades e não conformidades das responsabilidades de projeto das obras

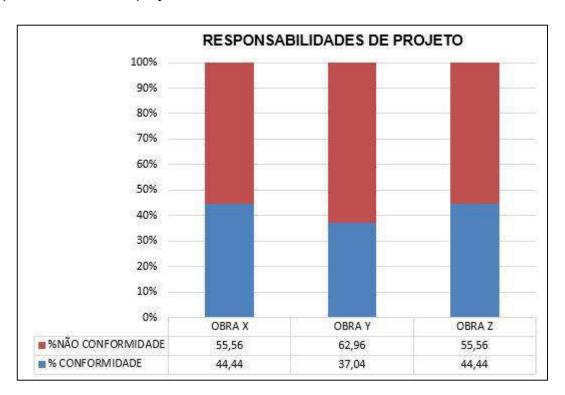


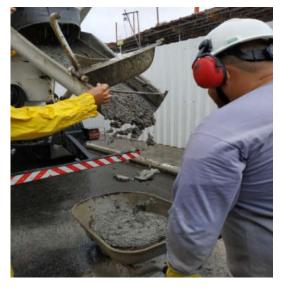
Gráfico 2 - Proporção das conformidades e não conformidades das responsabilidades de projeto



Fonte: Elaborado pelo Autor (2019).

Em todos os empreendimentos o transporte do concreto das usinas aos canteiros de obra foi realizado por caminhões betoneira, e estes veículos são dotados de dispositivos de agitação, conforme prescreve a NBR 7212 (ABNT, 2012), em seu item 4.5.1. O lançamento foi bombeado, sendo as concreteiras as responsáveis por esse procedimento, admitindo-se o fornecimento dos equipamentos e de mão-de-obra qualificada para os serviços.

Figura 29 - Caminhões betoneira das concreteiras A, B, C





a c



b

Fonte: Elaborado pelo Autor (2019).

Em todas as concretagens acompanhadas, a nota fiscal do concreto foi entregue ao responsável pelo recebimento no ato da chegada do caminhão, de acordo com a NBR 12655 (ABNT, 2015). Como dito no referencial teórico, as notas devem conter algumas informações básicas, tais como:  $f_{ck}$ , dimensão máxima do agregado, CAA e faixa de abatimento padrão especificada pelo projetista. O semelhante para todas as notas fiscais foram:  $f_{ck}$ , volume, quantidade dos agregados e aditivos, o abatimento (slump) e o lacre.

As informações não apresentadas em nenhuma das notas analisadas foram: A dimensão máxima característica dos agregados graúdos, a CAA, o fator a/c e o módulo de elasticidade ( $E_c$ ). Apenas na Obra X, não constava o tipo e o consumo do cimento. Já nas Obras Y e Z, notou-se semelhança nas discriminações, pois estas também informavam a água adicionada, hora de saída da usina e chegada à obra e a peça concretada.

Um fator relevante observado na Obra X em relação às notas fiscais foi que as mesmas não vieram com a nomenclatura correta do padrão de abatimento, que no caso desta obra foi de (140±20) mm. O valor contido nas notas variava para cada caminhão, ou seja, por hora apresentava *slump*: 14, por outra 15 ou 16. Logo, o laboratorista, em contato com o estagiário, o executor, o engenheiro e o sócio do empreendimento realizou o ensaio de *slump* e verificou que mesmo a concreteira A não colocando a tolerância de 20 mm na nota, os valores se encontravam dentro do estipulado. Esta ocorrência é observada na figura 30.

NOTA FISCAL DE SERVIÇOS ELETRÓNICA - NFSe

Data de Ecnissado
Data de Cinistado
Data de Conistado
Data de Recoliminando
Data de Recoliminando
Data de Recoliminando
Descrição
National Proteir
Descrição gas Balantes

DESCRIÇÃO DA PRESTAÇÃO DO SERVIÇO

DESCRIÇÃO DA PRESTAÇÃO DO SERVIÇO
DESCRIÇÃO DA PRESTAÇÃO DO SERVIÇO
DESCRIÇÃO DA PRESTAÇÃO DO SERVIÇO
DESCRIÇÃO DA PRESTAÇÃO DO SERVIÇO
DESCRIÇÃO DA PRESTAÇÃO DO SERVIÇO

DESCRIÇÃO DA PRESTAÇÃO DO SERVIÇO

DESCRIÇÃO DA PRESTAÇÃO DO SERVIÇO

DESCRIÇÃO DA PRESTAÇÃO DO SERVIÇO

DESCRIÇÃO DA PRESTAÇÃO DO SERVIÇO

DESCRIÇÃO DA PRESTAÇÃO DO SERVIÇO

DESCRIÇÃO DA PRESTAÇÃO DO SERVIÇO

DESCRIÇÃO DA PRESTAÇÃO DO SERVIÇO

DESCRIÇÃO DA PRESTAÇÃO DO SERVIÇO

DESCRIÇÃO DA PRESTAÇÃO DO SERVIÇO

DESCRIÇÃO DA PRESTAÇÃO DO SERVIÇO

DESCRIÇÃO DA PRESTAÇÃO DO SERVIÇO

DESCRIÇÃO DA PRESTAÇÃO DO SERVIÇO

DESCRIÇÃO DA PRESTAÇÃO DO SERVIÇO

DESCRIÇÃO DA PRESTAÇÃO DO SERVIÇO

DESCRIÇÃO DO SERVIÇO

RETENÇÕES DOS TRIBUTOS FEDERAIS

TOTAL

DESCONTOS

VALOR TOTAL DA NOTA

DESCRIÇÃO DOS PRIBOROS

LOCADO DESCRIÇÃO DESCRIÇÃO DESCRIÇÃO

DESCRIÇÃO DESCRIÇÃ

Figura 30 - Nota fiscal fornecida pela concreteira A

Fonte: Fornecido pela Obra X (2019).

Outro item relevante observado na mesma obra foi a dosagem equívoca em relação fator a/c, um caminhão por exceção, alcançou um valor de 205 mm de abatimento, ultrapassando o valor padrão.

Antes da chegada deste caminhão em obra, o laboratorista já havia avisado ao motorista do caminhão e aos responsáveis da obra que o concreto que antes chegava com uma consistência boa, passou a chegar com uma dosagem maior de água. Com isto, o procedimento correto feito foi à devolução do caminhão. Isto é previsto na NBR 7212 (ABNT, 2012), item 4.4.3 quando diz que:

Os materiais componentes do concreto são colocados no caminhão betoneira, com parte da água, que é complementada na obra imediatamente antes da mistura final e descarga. Neste caso deve-se estabelecer um sistema rigoroso de controle e registro da quantidade de água adicionada na central e a ser complementada na obra, para evitar ultrapassar a quantidade prevista no traço

Figura 31 - Ensaio de slump test reprovado na Obra X



Fonte: Elaborado pelo Autor (2019).

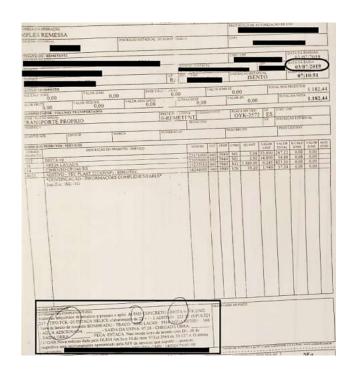
O ensaio de *slump test* da Figura 31 não alcançou o valor esperado dentro faixa de abatimento constada em nota fiscal devido ao excesso de água no traço elaborado pela concreteira, logo este caminhão foi reprovado.

TRANSPORTER DE LA PRINCIPIO DE SERVICIO DE SERVICIO CONCRETAR DE SERVICIO DE S

Figura 32 - Nota fiscal fornecida pela concreteira B

Fonte: Fornecido pela Obra Y (2019).

Figura 33 - Nota fiscal fornecida pela concreteira C



Fonte: Fornecido pela Obra Z (2019).

Quadro 7 - Resumo das comparações das responsabilidades da concreteira

RESPONSABILIDADES DA CONCRETEIRA			
CONFERÊNCIA DOS PARÂMETROS DAS NOTAS FISCAIS	Obra X	Obra Y	Obra Z
Possui fck?	SIM	SIM	SIM
Possui a/c?	NÃO	NÃO	NÃO
Possui consumo do cimento?	SIM	SIM	SIM
Possui tipo do cimento?	NÃO	SIM	SIM
Possui hora de chegada e saída do concreto?	NÃO	SIM	SIM
Módulo de elasticidade ( <i>E</i> <sub>c</sub> )?	NÃO	NÃO	NÃO
Diâmetro dos agregados?	SIM	SIM	SIM
Faixa de abatimento?	NÃO	SIM	SIM
Volume do concreto?	SIM	SIM	SIM
Traço do concreto?	SIM	NÃO	NÃO
Quantidade de água retida?	SIM	SIM	SIM
Quantidade de água adicionada na central?	NÃO	SIM	SIM
Tipo de aditivo?	SIM	SIM	SIM

Fonte: Elaborado pelo Autor (2019).

As análises dos Gráficos 3 e 4 com as informações obtidas pelo *checklist* e de acordo com as notas fiscais recebidas das fornecedoras de concreto em obra, observou-se que tanto a Obra Y, quanto a Obra Z, apresentaram valores idênticos no Gráfico 3, mesmo que os fornecedores foram diferentes, ambos seguiram os parâmetros semelhantes.

Observando as três obras, há uma preocupação maior em relação ao  $f_{ck}$ , a consistência (slump), o volume e o diâmetro dos agregados e através disto, outros fatores como o tipo e consumo do concreto, o traço, o a/c, o tipo de aditivo, a quantidade adicionada de água não foram constatadas em todas as obras. Assim como  $E_{cj}$  também não constava em nenhuma nota, e esta prescrição ajudaria o engenheiro responsável pela obra a verificar junto com o projeto a questão da desfôrma de cada etapa da obra.

Gráfico 3 - Resultados das conformidades e não conformidades das responsabilidades da concreteira nas obras.

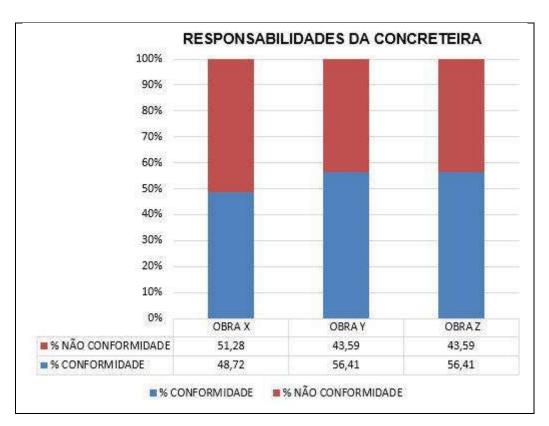
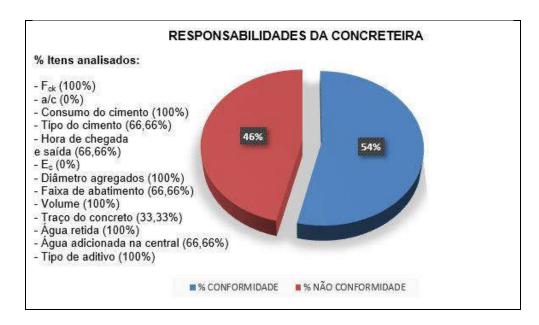


Gráfico 4 - Proporção das conformidades e não conformidades das responsabilidades da concreteira.



Em todos os empreendimentos visitados o relatório de recebimento de concreto e o relatório de ensaio de resistência à compressão axial em corpos de prova de concreto foram embasados na NBR 5739 (ABNT, 2018) e continham todos os itens expressos como citado no referencial teórico. Esta comprovação se encontrada nos apêndices do trabalho.

O laboratório não possui credenciação pelo INMETRO, logo não há o reconhecimento formal de que este opera com o sistema de Gestão de Qualidade (SGQ). Os resultados da compressão axial se encontram abaixo, em MPa.

Todos os relatórios de recebimento do concreto foram preenchidos nas obras, no entanto ainda é possível identificar que o cabeçalho não é totalmente preenchido, mas este motivo se implica ou na falta de informações contidas nas notas fiscais ou por esquecimento do profissional.

No Gráfico 8, os valores da média final de cada obra para a idade de 28 dias se mostraram satisfatórios e acima do  $f_{ck}$  especificado em projeto. No entanto, os resultados da Obra X seriam melhores se não houvesse problemas como a exsudação no concreto no momento da moldagem dos corpos de prova.

Gráfico 5 – Resultados dos rompimentos da Obra X

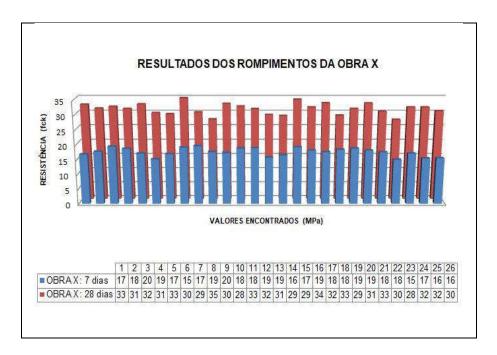
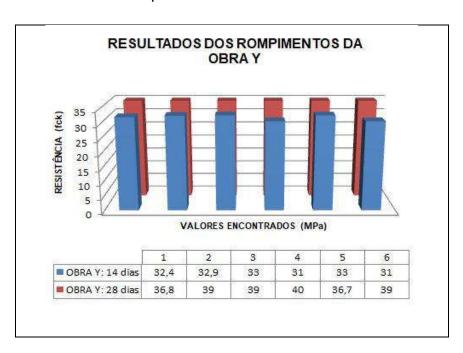


Gráfico 6 - Resultados dos rompimentos da Obra Y



RESULTADOS DOS ROMPIMENTOS DA **OBRAZ** 30 25 RESISTÊNCIA (fck) 20 15 5 0 VALORES ENCONTRADOS (MPa) 1 2 3 4 OBRA Z: 14 dias 19 22,9 20,1 20,1 OBRA Z: 28 dias 28 26,2 25,4 25,9

Gráfico 7 - Resultados dos rompimentos da Obra z

Gráfico 8 - Média geral dos rompimentos de cada obra

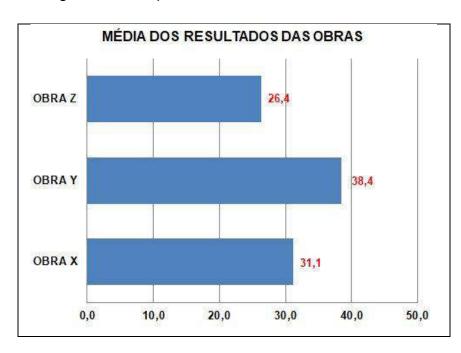
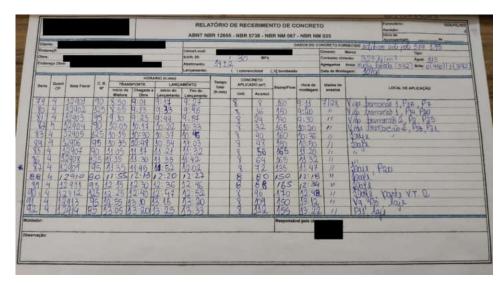


Figura 34 - Relatório de recebimento de concreto da Obra X



Fonte: Fornecido pelo laboratório A (2019).

Figura 35 - Relatório de recebimento de concreto da Obra X (segunda parte)

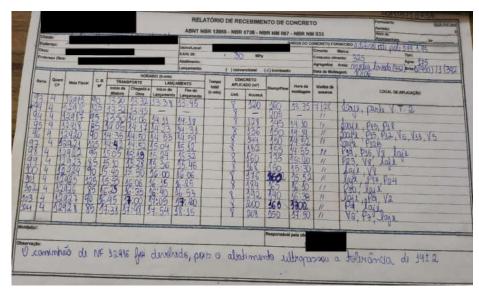
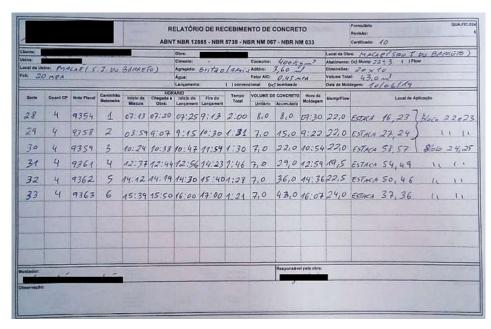


Figura 36 - Relatório de recebimento de concreto da Obra Y



Fonte: Fornecido pelo laboratório A (2019).

Figura 37 - Relatório de recebimento de concreto da Obra Z

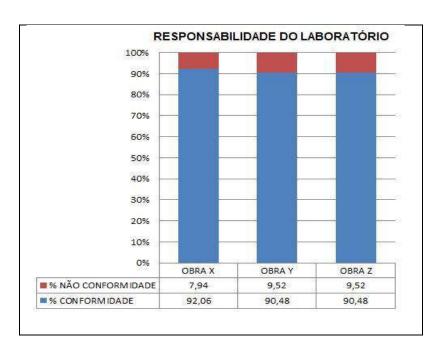


Quadro 8 - Resumo das comparações das responsabilidades do laboratório

RESPONSABILIDA	ADES DO	LABORATÓRIO				
CONFERÊNCIA DOS ITENS DOS	01 V	01 V	0			
RELATÓRIOS DO CONCRETO	Obra X	Obra Y	Obra Z			
Equipamentos calibrados?	SIM	SIM	SIM			
Possui f <sub>ck</sub> ?	SIM	SIM	SIM			
Possui a/c?	SIM	SIM	SIM			
Possui consumo do cimento?	SIM	SIM	SIM			
Possui tipo do cimento?	SIM	SIM	SIM			
Possui hora de chegada e saída do concreto?	SIM	SIM	SIM			
Diâmetro dos agregados?	SIM	SIM	SIM			
Faixa de abatimento?	SIM	SIM	SIM			
Volume do concreto?	SIM	SIM	SIM			
Tipo de lançamento do concreto?	SIM	SIM	SIM			
Quantidade de CP's?	SIM	SIM	SIM			
Número da nota fiscal?	SIM	SIM	SIM			
Data de moldagem?	SIM	SIM	SIM			
Tipo de aditivo?	SIM	SIM	SIM			
Número do caminhão betoneira?	SIM	SIM	SIM			
Água adicionada?	SIM	SIM	SIM			
Mediu-se a temperatura do concreto no recebimento?	NÃO	NÃO	NÃO			
O transporte foi feito corretamente depois da moldagem? Dentro de caixas com areia?	NÃO	NÃO CABE VERIFICAÇÃO (LABORATÓRIO IN LOCO)	NÃO CABE VERIFICAÇÃO (LABORATÓRIO IN LOCO)			
A cura do concreto foi feita?	SIM	SIM	SIM			
Os CP's foram marcados antes de colocados na água?	SIM	SIM	SIM			
Os CP's foram rompidos com velocidade adequada?	SIM	SIM	SIM			

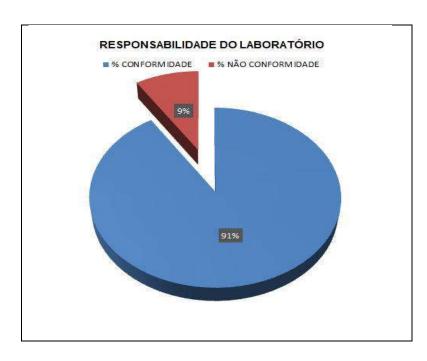
Portanto, os Gráficos 9 e 10 demonstraram que todos os índices de conformidade foram superiores aos de não conformidade.

Gráfico 9 - Proporção das conformidades e não conformidades das responsabilidades do laboratório.



Fonte: Elaborado pelo Autor (2019).

Gráfico 10 - Proporção geral das conformidades e não conformidades das responsabilidades do laboratório.



Em todas as obras acompanhadas, os responsáveis pelo pedido do concreto à concreteira foram os engenheiros e na Obra X, por exceção, o supervisor também era responsável pelo pedido, sendo este realizado por meio do telefone. Observou-se que os empreendimentos tiveram uma logística adequada para o recebimento do concreto, dispondo-se de uma área acessível para a chegada do caminhão. Ainda na Obra X, o supervisor, só especificou o volume, o  $f_{ck}$  e o slump. Mas no projeto constava a dimensão do agregado e a CAA que deveriam ser comunicadas no ato da compra.

A conferência do lacre do caminhão, do volume, do  $f_{ck}$  e do número da nota fiscal do concreto entregue na obra não foi conferida pelo supervisor executante, mas sim pelo profissional e estagiário do laboratório A que prestou serviço para a Obra X.

Nas Obras Y e Z, os responsáveis também foram os profissionais do laboratório A. Notou-se que nem os engenheiros, os mestres de obras e nem os estagiários dos empreendimentos conferiram os itens presentes na nota fiscal.

Após a conferência e autorização para liberar a concretagem, em todas as obras os profissionais habilitados do laboratório A foram responsáveis pela moldagem e ensaio dos corpos de prova tanto laboratoriais como *in loco*. O sistema de amostragem utilizado foi o da amostragem total, ou seja, todas as betonadas foram retiradas amostras de concreto para o teste, sendo que em cada caminhão retiraram-se quatro CP's, a pedido dos responsáveis por cada obra, para verificação.

Na Obra X a escolha das idades de ensaio para o rompimento dos CP's foram para 7 e 28 dias, já para as Obras Y e Z, foram para 14 e 28 dias. Nas duas últimas obras citadas, os engenheiros questionaram o rompimento de 14 dias, visto que seria mais correto romper com 7 dias. No entanto, esta escolha era determinada pelo procedimento interno das empresas e não pelo responsável pela execução.

O resumo de todas as verificações feitas nas obras estão discriminadas nos Quadros 9 e 10:

Quadro 9 - Resumo das responsabilidades dos executantes das obras

RESP	ONSABILIDADES DO	EXECUTANTE DA O	BRA			
VERIFICAÇÃO DOS RESPONSÁVEIS PELA EXECUÇÃO/ LABORATÓRIO	OBRA X	OBRA Y	OBRA Z			
CHECKLIS	T DOS PARÂMETROS	DE CONTROLE ANA	ALISADOS			
Houve recebimento da nota fiscal?	SIM	SIM	SIM			
As documentações das fichas de recebimento do concreto foram arquivadas?	SIM	SIM	SIM			
Conferência do volume?	SIM	SIM	SIM			
Conferência do f <sub>ck</sub> ?	SIM	SIM	SIM			
Conferência do lacre?	SIM	SIM	SIM			
Houve dúvidas quanto ao a/c?	SIM	NÃO	NÃO			
Conferência da dimensão do agregado?	NÃO	NÃO	NÃO			
Conferência do tipo de aditivo?	SIM	SIM	SIM			
Conferência da hora de início da mistura, da chegada e saída do caminhão?	SIM	SIM	SIM			
O tipo de cimento foi questionado?	NÃO	NÃO	NÃO			
Consumo do cimento foi questionado?	SIM	NÃO	NÃO			

Quadro 10 - Resumo das responsabilidades dos executantes das obras (continuação)

VERIFICAÇÃO DOS RESPONSÁVEIS PELA EXECUÇÃO/	OBRA X	OBRA Y	OBRA Z			
LABORATÓRIO						
	RASTREAL	BILIDADE				
Quem elaborou?	ENGENHEIRO	ENGENHEIRO	ENGENHEIRO			
Quem executou?	ENGENHEIRO	ESTAGIÁRIO	ESTAGIÁRIO			
	ENSAIO (S	lump test)				
Quem realizou?	PROFISSIONAL	PROFISSIONAL	PROFISSIONAL			
	DO	DO	DO			
	LABORATÓRIO A	LABORATÓRIO A	LABORATÓRIO A			
Valor da faixa padrão de slump?	(140±20) mm	(220±30) mm	(250±30) mm			
Quais idades de ensaio?	7 E 28 DIAS	14 E 28 DIAS	14 E 28 DIAS			
	VERIFICAÇÃO N	A MOLDAGEM				
Houve exsudação, segregação?	SIM	NÃO	NÃO			
Verificou temperatura do concreto?	NÃO	NÃO	NÃO			
	AMOST	RAGEM				
Sistema utilizado?	Total	Total	Total			
Quantidade de CP's por betonada?	4	4	4			

Em todos os empreendimentos visitados, os responsáveis pela execução da Obra X, durante o recebimento do concreto, se preocuparam apenas com o volume, a faixa de abatimento e o  $f_{ck}$  contido na nota fiscal.

Os demais itens foram conferidos pelo estagiário do laboratório A que levou à ciência destes profissionais as possíveis irregularidades na nota. Nas Obras Y e Z, os responsáveis não acompanharam a chegada dos caminhões na obra e muito menos conferiram os itens, pois o local onde o laboratório se encontrava era distante do local de aplicação do concreto. Logo, estes, acompanharam a rastreabilidade do mesmo durante o lançamento e após isto era comunicado aos laboratoristas estes locais.

Com isto, nota-se uma certa preocupação por parte do laboratório, pois uma vez conferidas às notas fiscais e anotados os itens na ficha de recebimento, os responsáveis só saberão se estes itens não estavam corretos quando os laboratoristas entregarem a nota no final do dia para o escritório responsável por lançar estas notas no sistema próprio de cada construtora. Portanto, as empresas construtoras se mostraram deficientes nas suas responsabilidades não só pelo citado acima, mas ainda se percebia falta de conhecimento técnico nesta área de controle de qualidade.

Quanto à rastreabilidade, o empreendimento A não demonstrou real necessidade deste procedimento, tanto que é possível verificar no mapa de rastreabilidade dele, que o mapa não foi bem distribuído e não foi feito de maneira organizada. Já as para os empreendimentos Y e Z, se demostraram conscientes deste feito e sua importância.

Outro fator que não foi realizado em nenhumas das obras foi o controle de temperatura do concreto durante a concretagem.

Portanto, os Gráficos 11 e 12 demonstram que apesar de todas estas observações, os índices de conformidade foram superiores aos de não conformidade, mesmo esta margem não sendo muito espaçada como se espera.

Gráfico 11 - Proporção das conformidades e não conformidades das responsabilidades do executante.

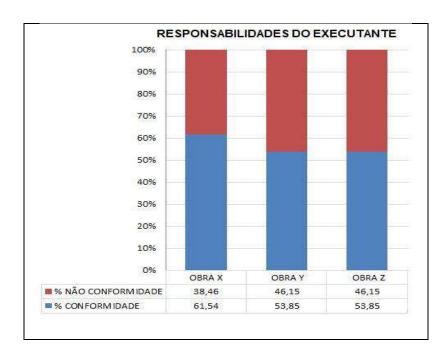
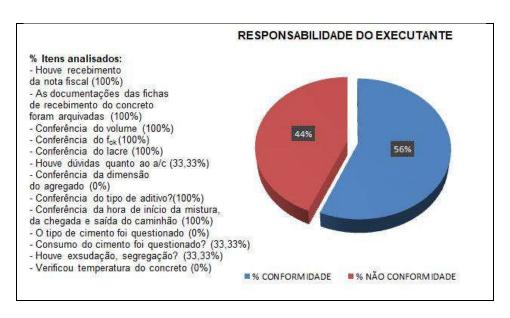


Gráfico 12 - Proporção geral das conformidades e não conformidades das responsabilidades dos executantes.



#### 4.2. ANÁLISE GERAL DOS RESULTADOS

O estudo de campo demonstrou uma enorme quantidade de não conformidade dos procedimentos realizados em relação ao que preconiza as normas de referência citadas no decorrer do trabalho. A principal consequência foi à falta de comunicação em muitos dos casos e a falta de conhecimento das exigências das normas ou até mesmo da negligência das mesmas por parte das concreteiras, dos projetistas, dos executantes das obras e do laboratório.

Os resultados das análises atribuídas a este trabalho foram correlacionadas a outros trabalhos que apresentaram parâmetros de verificações semelhantes, conforme previsto no gráfico de proporção de análise global de não conformidades mencionadas por Zalaf, Filho e Braz (p. 79, 2014), onde obtiveram-se resultados próximos (55% de conformidade e 45% de não conformidade) quando associados aos dados retratados no Gráfico 13. No deles não retratava o laboratório como parâmetro dos checklists (importante para avaliação), mas comparando-se as atribuições dos profissionais em relação ao controle tecnológico de qualidade do concreto e a quantidade de obras analisadas para ambas as pesquisas, foi observado que em uma pesquisa foi elaborada com o estudo de apenas três obras e com mais quantidades de checklists analisados e a outra com cinco empreendimentos servindo de análise apenas o projetista, construtora e concreteira. Verificou-se que mesmo tendo uma quantidade maior de obras, o teor da pesquisa realizada por eles foi em 2014, ou seja, o nível de qualidade das obras continua semelhante mesmo depois de 5 anos dos dados elaborados pelos autores citados, caracterizando péssimos resultados e um atraso crônico e vicioso.

É lamentável que muitos profissionais ainda não se atentam a estes requisitos. Evidentemente, se levado em consideração, neste momento e pensando nos próximos anos, quantas obras existentes no Brasil estão em plena construção, imaginando que estas deveriam atender obrigatoriamente o controle de qualidade, reflete-se juntamente com o Congresso Brasileiro de Concreto (2012) que:

"[...] pode-se fazer uma ideia da imensa defasagem que existe entre a necessidade e a realidade até que se alcance uma atuação abrangente que gere valores confiáveis para o concreto no nível necessário. Em sentido contrário, pode-se perceber os riscos e o imenso trabalho necessário para colocar as coisas no seu devido lugar.

O Gráfico 13 apresenta a proporção total de conformidade e não conformidade dos quatro casos analisados atráves do *checklist*.

Gráfico 13 - Análise geral das conformidades e não conformidades dos *checklists*.

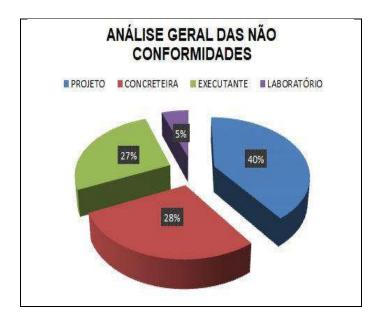


Fonte: Elaborado pelo Autor (2019).

O Gráfico 14 mostra a proporção das não conformidades dos projetistas, concreteiras, executantes e do laboratório. Contudo, as análises dos projetos foram as principais responsáveis pelo procedimento ineficiente no geral.

Ao contrário do que se pensa, os executantes, neste caso, apesar de serem os principais comunicadores e intermediadores dos serviços, pois são eles os incumbidos pelos questionamentos e pelas decisões finais de cada obra, não foram os principais responsáveis pelo mau andamento da execução.

Gráfico 14 - Análise geral das não conformidades do projeto, concreteira, laboratório e executante.



#### 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho teve como objetivo a análise de revisões normativas sobre o tema do controle tecnológico do concreto associando as conformidades e não conformidades através do recebimento do concreto usinado no acompanhamento do estudo de caso das três obras.

Foi possível obter por meio das pesquisas em campo, os *checklists* de todos os itens julgados necessários como critério para a averiguação dos dados obtidos nas proporções gerais de cada empreendimento e também os procedimentos adotados de maneira correta a fim de antever as futuras patologias.

Os percentuais obtidos na pesquisa em relação às concreteiras, aos projetistas, aos executantes de cada empresa e ao laboratório, considera-se que a proporção das não conformidades implicadas pelos projetistas possui uma maior responsabilidade sobre tal feito, e por isto as não conformidades aplicadas podem comprometer a segurança das estruturas, como afirma Brandão (1998, p.02):

Um projeto bem elaborado deve conferir segurança às estruturas e garantir-lhes desempenho satisfatório em serviço, além de aparência aceitável. Assim, devem ser observadas as exigências com relação à capacidade resistente, bem como às condições de uso normal e, principalmente, às especificações referentes à durabilidade

Isto poderia ser evitado se desde o começo dos empreendimentos os executores alertassem a falta de alguns itens nas notas de projeto e comunicasse aos projetistas as possíveis alterações, pois isto também acarreta a comunicação com os fornecedores devido à falta, provavelmente, dos mesmos itens.

Analisando separadamente os fatores que mais afetaram nas conformidades e não conformidades de cada profissional obteve-se como resultados: Os projetistas omitiram informações nas notas de projeto, a concreteira não explicitou todos as informações básicas nas notas fiscais e nem os requisitos complementares para o concreto. Em relação ao laboratório, não possuía acreditação pelo INMETRO, todos os relatórios de recebimento e de resistência à compressão axial estavam de acordo com a NBR 5739 (ABNT, 2018) com todos os itens expressos, no entanto em alguns relatórios foi possível identificar que o cabeçalho não foi totalmente preenchido.

Nas três obras a quantidade de CP's moldados (quatro) foram cumpridos de acordo com o exigido pelos clientes, os rompimentos foram feitos no prazo correto, todas as prensas estavam calibradas, certificados arquivados e o transporte foi feito de maneira correta. Já em relação aos executores percebeu-se uma falta de organização no mapa de rastreabilidade do empreendimento X, ou seja, a forma como foi disposto o mapa não se dotou de uma metodologia adequada, ocasionando um não entendimento por parte de outros profissionais.

Também foi possível observar, que este, durante os ensaios realizados *in loco*, não se preocupou em observar a atuação dos serviços prestados pelo laboratório, sendo perceptível que eram munidos de poucos conhecimentos nesta área de controle tecnológico do concreto. Notou-se falta de conhecimento sobre as normas regulamentadoras que possibilitam que o pedido do concreto seja feito não só com os itens básicos (fck, volume e diâmetro dos agregados), mas também de uma série de fatores tais como CAA, *E*c, faixa de abatimento dentre outros que são importantes para uma avaliação mais crítica e solutiva. Nas Obras Y e Z não houve este acontecimento.

Conclui-se que a metodologia equivocada aplicada nas obras se devem a omissão ou negligência por meio destes quatro principais agentes em relação às condutas exigidas pelas normas vigentes ou pelo não conhecimento técnico dos procedimentos tomados sobre a importância e relevância do controle tecnológico do concreto, sendo considerado na maioria dos casos como uma prática trivial, pouco difundida e com parâmetros ineficientes. Pelo exposto na pesquisa, fica latente a real necessidade de se zelar pelo controle de aceitação do concreto em obras.

#### **5.1 SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS**

A abordagem da pesquisa pode ser tratada em outros trabalhos futuros na área de controle tecnológico, tais como:

- Visitas às concreteiras para conhecer todos os processos;
- Fazer um estudo de caso com mais obras para a abrangência do tema;
- Analisar economicamente os custos de um controle inadequado.
- Treinar os engenheiros de obra e as construtoras sobre os métodos corretos sobre os procedimentos dos serviços de concretagem e laboratórios, para que haja uma fiscalização adequada e eficiente;

#### 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE SERVIÇOS DE CONCRETAGEM DO BRASIL. **Manual do concreto dosado em central**. São Paulo, abr. 2007. Disponível em: http://www.abesc.org.br/assets/files/manual-cdc.pdf. Acesso em: 24 jun. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14931**: Ensaio de Compressão de corpos-de-prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5738**: Procedimento para moldagem e cura de corpos-de-prova. São Paulo, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5739**: Ensaio de Compressão de corpos-de-prova cilíndricos. São Paulo, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12655**: Concreto de cimento Portland – Preparo, controle, recebimento e aceitação - Procedimento. Rio de Janeiro, 2015.

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

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8953**: Concreto para fins estruturais — Classificação pela massa específica, por grupos de resistência e consistência. Rio de Janeiro, 2015.

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

BRANDÃO, Ana Maria da Silva. **Qualidade e durabilidade das estruturas de concreto armado – aspectos relativos ao projeto -.** São Carlos, 1998. Disponível em:

http://www.set.eesc.usp.br/static/media/producao/1998ME\_AnaMariadaSilvaBrandao .pdf. Acesso em: 04 Nov. 2019.

CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO, 54., 2012, Alagoas. **Anais**: A importância da acreditação laboratorial e da certificação de mão de obra no controle de aceitação do concreto. Alagoas, 2012. 19 p. Disponível em: https://www.phd.eng.br/wp-content/uploads/2014/06/260.pdf. Acesso em: 01 dez. 2019.

COVA, Wilma Cristina Regis Mascarenhas. Credenciamento de laboratórios de ensaios de construção civil segundo a NBR ISO-IEC 17025: Avaliação das dificuldades e não conformidades envolvidas no processo. Porto Alegre, 2001. Disponível em: https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/2617/000323461.pdf?...1. Acesso em: 26 mai. 2019.

DURAN, Ana Paula; FRACARO, Danielly. **Verificação das propriedades básicas do concreto industrializado fornecido em embalagens de 30kg**. Curitiba, 2011. Disponível em: http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1397/1/CT\_TCC\_2011\_2\_01.PDF . Acesso em: 10 jul. 2019.

HELENE, Paulo; Terzian Paulo. **Manual de dosagem e controle do concreto**. Pini Editora. São Paulo, abr. 1993.

INSTITUTO BRASILEIRO DE CONCRETO. Ensaios para o controle de qualidade do concreto e de suas estruturas. In: **Revista Oficial do Ibracon.** São Paulo, Abri-Jun. 2017, ano XLV 86. Disponível em: http://ibracon.org.br/Site\_revista/Concreto\_Construcoes/pdfs/revista86.pdf. Acesso em: 15 mai. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE CONCRETO. Concreto: Ensino, pesquisa e realizações. 2 vol. São Paulo: Editor Geraldo C. Isaia, 2005.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA. Programa Brasileiro de Avaliação da Conformidade. [S.I.], 1993-2012, Disponível em: http://www.inmetro.gov.br/qualidade/pbac.asp. Acesso em: 13 ago. 2019.

MARTINS, Paulo Benjamim Morais. Influência da granulometria agregado miúdo na trabalhabilidade do concreto. Feira de Santana, 2008. Disponível em: http://civil.uefs.br/DOCUMENTOS/PAULO%20BENJAMIM%20MORAIS%20MARTIN S.pdf. Acesso em: 30 jun. 2019.

NASCIMENTO, Phellipe Lopes Silva do. **A importância do controle tecnológico do concreto**. Juiz de Fora, 2012. Disponível em: http://www.ufjf.br/engenhariacivil/files/2012/10/TCC-PHELLIPE-LOPES-OFICIAL-REV00.pdf. Acesso em: 10 mai. 2019.

NEVILLE, A.M; BROOKS, J.J. **Tecnologia do concreto**. 2. ed. Tradução de Ruy Alberto Cremonini. Porto Alegre: Bookman Editora Ltda, Virtual books, 2013. Disponível em: https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=cqY5AgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR4&dq=consistencia+do+concreto&ots=R WtFwAAqUW&sig=-Ux7cqeNhncwUtu3WmGbKkpcSo0#v=onepage&q&f=false. Acesso em: 5 ago. 2019.

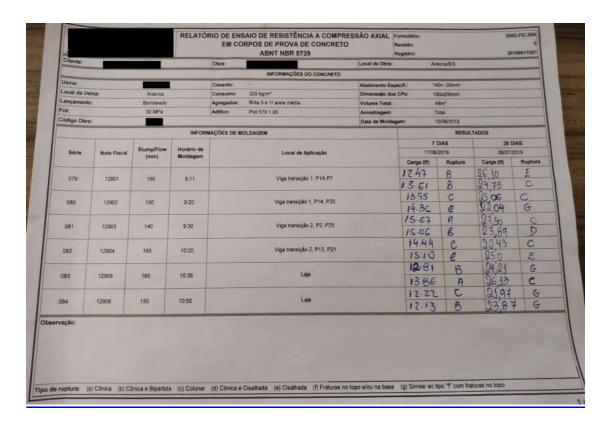
PROGRAMA BRASILEIRO DA QUALIDADE E PRODUTIVIDADE DO HABITAT. Secretaria Nacional de Habitação do ministério do Desenvolvimento Regional. Brasília, [1998-?]. Disponível em: http://pbqp-h.cidades.gov.br/estrutura.php. Acesso em: 10 ago. 2019.

ZALAF, Rafael Schmaltz; FILHO, Saulo Ribeiro Magalhães; BRAZ, Thiago Carvalho. **Estudo do controle tecnológico e recebimento do concreto em obra**. Goiânia, 2014.Disponível

em: https://www.eec.ufg.br/up/140/o/ESTUDO\_DO\_CONTROLE\_TECNOLOGICO\_E\_RE CEBIMENTO\_DO\_CONCRETO\_EM\_OBRA\_FINALIZADO.pdf. Acesso em: 15 jul. 2019.

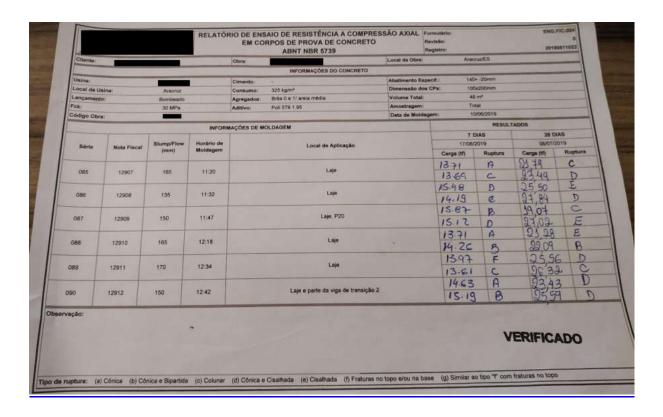
# **APÊNDICE A**

Figura 38 – Resultados do relatório de recebimento de concreto da Obra X (parte 1)



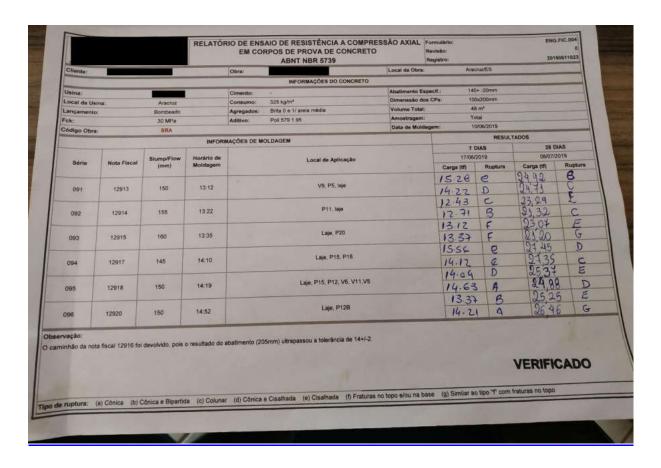
# **APÊNDICE B**

Figura 39 - Resultados do relatório de recebimento de concreto da Obra X (parte 2)



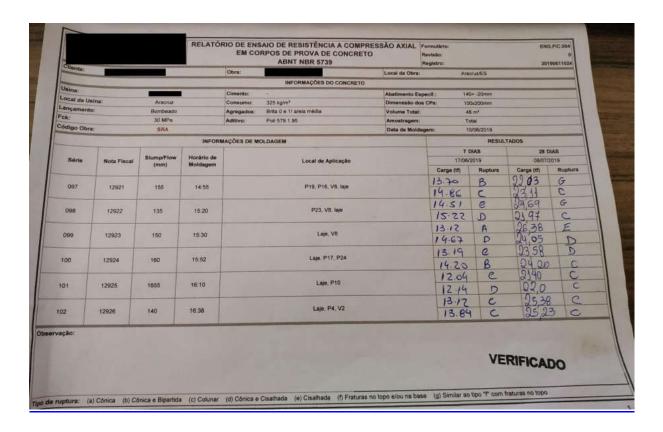
# **APÊNDICE C**

Figura 40 - Resultados do relatório de recebimento de concreto da Obra X (parte 3)



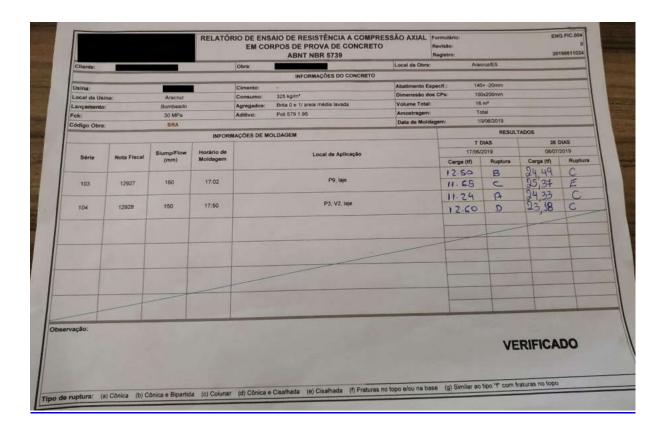
# **APÊNDICE D**

Figura 41 - Resultados do relatório de recebimento de concreto da Obra X (parte 4)



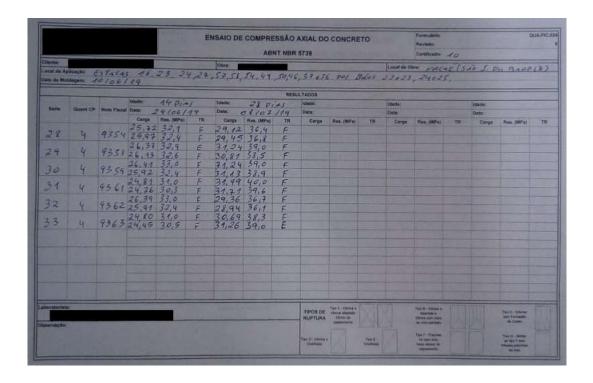
# **APÊNDICE E**

Figura 42 - Resultados do relatório de recebimento de concreto da Obra X (parte 5)



# **APÊNDICE F**

Figura 43 - Resultados do relatório de recebimento de concreto da Obra Y



Fonte: Fornecido pelo laboratório A (2019).

Figura 44 - Resultados do relatório de recebimento de concreto da Obra Z

	_						ABNI	NBR	91.98				artificate:	43				
Charte:		0				Ohra:				200		Local de Oto						
Local de A	ulleughic d	51 DE	24.63	2.5:														
Clota de Mi	(filagent)	03.07	45					RESI	B.TADOS									
	_	_	lilade:	litede: 140105			Mede 28 0/A 6			filade			Made			titale.		
Sorte	Quant CF	Note Field	Data:	17-07-		Data:	31.010		Date			Date		-	Oute	Res. (MPs)		
1			Carga	Hen. (MPs)	TR	Cerga	Was (MPa)	TR	Cargo	Hen. (MPa)	TR	Curge	Han. (MPa)	TH	Carye	Hen Imrat		
			1831		3	2240		A										
167	4	34706			B	2134		3	-			-						
	274		1432		A	1918		B										
168	4	34710			A	205/		05										
1000			1613		B	2100												
168	4	9119	1501		0	2074		à										
			1613		3	1919		A										
70	4	34724	1197		5	2014		10.										
						-												
						_												
													-					
				-		_												
				_		_			-									
		_																
				-														
				-														
																	Ĕ	
												- C	-	Chunk	1 30		9	
									TIPOS	DE steen st	Mark V			Chun s			ŀ	