

INSTITUTO DOCTUM DE EDUCAÇÃO E TECNOLOGIA

DIEGO GERALDO GONÇALVES MOREIRA

PROFESSOR ORIENTADOR: ENGENHEIRO CIVIL JOÃO MOREIRA
DE OLIVEIRA

**A POSSIBILIDADE DE COMPROMETIMENTO DA OBRA À
PARTIR DA INEXISTÊNCIA DO CONTROLE TECNOLÓGICO
DO CONCRETO USINADO: ESTUDO DE CASO**

ENGENHARIA CIVIL

CARATINGA - MG

2016

INSTITUTO DOCTUM DE EDUCAÇÃO E TECNOLOGIA

DIEGO GERALDO GONÇALVES MOREIRA

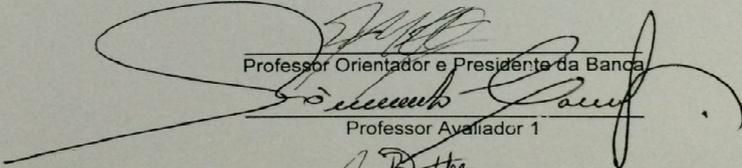
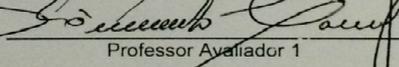
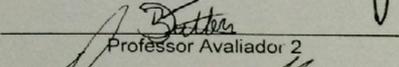
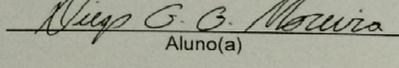
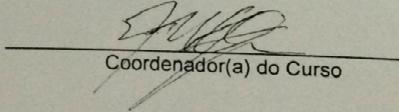
PROFESSOR ORIENTADOR: ENGENHEIRO CIVIL JOÃO MOREIRA
DE OLIVEIRA

**A POSSIBILIDADE DE COMPROMETIMENTO DA OBRA À
PARTIR DA INEXISTÊNCIA DO CONTROLE TECNOLÓGICO
DO CONCRETO USINADO: ESTUDO DE CASO**

Monografia apresentado à banca examinadora da faculdade, de engenharia civil do Instituto Doctum de Educação e Tecnologia, como exigência parcial para obtenção de grau de Bacharel em Engenharia Civil.

CARATINGA - MG

2016

	FACULDADES INTEGRADAS DE CARATINGA	FORMULÁRIO 9
	TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO	
TERMO DE APROVAÇÃO		
TÍTULO DO TRABALHO		
A POSSIBILIDADE DE COMPROMENTIMENTO DA OBRA À PARTIR DA INEXISTÊNCIA DO CONTROLE TECNOLÓGICO DO CONCRETO USINADO: ESTUDO DE CASO		
Nome completo do aluno: DIEGO GERALDO GONÇALVES MOREIRA		
<p>Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado perante a Banca de Avaliação composta pelos professores Rômulo Campos Braga, Daniel Mageste Butters e João Moreira de Oliveira Júnior, às 22 horas do dia 11 de julho de 2016, como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil. Após a avaliação de cada professor e discussão, a Banca Avaliadora considerou o trabalho: <u>Aprovado</u> (aprovado ou não aprovado), com a qualificação: <u>Satisfatório</u> (Excelente, Ótima, Bom, Satisfatório ou Insatisfatório).</p>		
Trabalho indicado para publicação: () SIM (X) NÃO		
Caratinga, 11 de julho de 2016		
 Professor Orientador e Presidente da Banca		
 Professor Avaliador 1		
 Professor Avaliador 2		
 Aluno(a)		
 Coordenador(a) do Curso		

AGRADECIMENTO

Agradeço a Deus, nossa rocha e fortaleza, que sem Ele não teria força para continuar;

À minha família, que nos apoiou e compreendeu os momentos difíceis pelos quais passei, não me deixando desistir;

Aos amigos e colegas, que se fizeram presentes nessa caminhada, e assim, fez com que o caminho fosse mais suave;

A todos os professores, pelo conhecimento transmitido.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha família e amigos, que me apoiou e fizeram dessa vitória mais bonita. Sem vocês minha vida não teriam sentido!

Dá instrução ao sábio, e ele se fará mais sábio; ensina o justo e ele aumentará em entendimento.

O temor do Senhor é o princípio da sabedoria, e o conhecimento do Santo a prudência.

RESUMO

O tema aqui proposto é com relação à importância de um controle tecnológico do concreto usinado quando recebido no canteiro de obras. Sabe-se que todo concreto usinado é fruto de uma mistura de diversos materiais e realizado através de um processo mecânico. Para que esse processo seja feito de forma eficiente, é necessário o envolvimento de profissionais treinados e capacitados para tal, como por exemplo, o laboratorista. A delimitação deste projeto se dá, no que diz respeito ao concreto usinado, suas especificações e procedimentos, juntamente com a importância da existência de profissionais qualificados no reconhecimento do tipo de concreto usinado deve ser aplicado no canteiro de obras. Foi criado ainda um estudo de controle de concreto realizado em 07 e 28 dias.

Palavras-chave: concreto usinado, controle tecnológico, canteiro de obras.

ABSTRACT

The subject is proposed here regarding the lack of a control mix concrete when received at the construction site . It is known that every machined concrete is the result of a mixture of various materials and carried out through a mechanical process. For this process to be done efficiently , it needs the involvement of trained and qualified professionals for this, such as the Technologist Engineer, Technical and Laboratory technician . The limits of this project takes place , with respect to ready-mix concrete , specifications and procedures , along with the importance of qualified professionals in recognizing the type of ready-mix concrete should be applied at the construction site. t was quoted still a concrete control study 07 and 28 days.

Keywords: ready-mix concrete , control technology , construction site .

SUMÁRIO

AGRADECIMENTO	3
1. INTRODUÇÃO	10
2. ASPECTOS GERAIS DA CONSTRUÇÃO CIVIL	12
2.1 A construção civil	12
2.2 O Concreto e a Construção Civil.....	13
3. CONTROLE TECNOLÓGICO DO CONCRETO: IMPORTÂNCIA, NORMATIZAÇÃO E ESTUDO DE CASO	16
3.1 Dados Gerais	16
3.2 O Controle Tecnológico do Concreto e Sua Importância na Construção Civil	19
3.3 Normatização do Controle do Concreto	25
3.4 Estudo de Caso	28
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	33
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34

1. INTRODUÇÃO

O tema aqui proposto é com relação às consequências patológicas para o empreendimento frente à inexistência de um controle do concreto usinado quando recebido no canteiro de obras. Sabe-se que todo concreto usinado é fruto de uma mistura de diversos materiais e realizado através de um processo mecânico.

Importante considerar ainda, o contido na NBR 14931 e NBR12654 deve-se proceder algumas verificações antes de receber a concretagem na obra. No caso de concreto dosado em central, o trajeto a ser desenvolvido pelo caminhão betoneira no canteiro de obras até o ponto de descarga do concreto deve ser desimpedido e o terreno firme, de forma a evitar dificuldades na concretagem e atrasos no cronograma dessa operação. Assim sendo, o controle tecnológico é de extrema importância pela necessidade de se garantir o desempenho e durabilidade do elemento estrutural em questão. Portanto este trabalho pretende destacar todos os procedimentos preliminares a execução da concretagem visando o cuidado para evitar alguns problemas considerados críticos.

Para que esse processo seja feito de forma eficiente, é necessário o envolvimento de profissionais treinados e capacitados para tal, como por exemplo, o laboratorista.

A delimitação deste projeto se dá, no que diz respeito ao concreto usinado, suas especificações e procedimentos, juntamente com a importância da existência de profissionais qualificados no reconhecimento do tipo de concreto usinado deve ser aplicado no canteiro de obras.

Buscou-se analisar as condições em que se recebe o concreto nas obras estudando individualmente quanto às exigências que cobra ao concreto de modo a garantir sua qualidade, economia e durabilidade em serviço. Neste controle tecnológico, a verificação das características do concreto, tais como suas propriedades no estado fresco (quanto o recebimento na obra) ou no endurecido (como o vemos nas estruturas), as características de seus materiais constituintes, os processos de amostragem e outras atividades, deve obedecer às regras para que todos utilizem os mesmos procedimentos e, de posse dos resultados obtidos, possamos comparar estes resultados com aqueles estabelecidos no projeto.

Com a realização de controle tecnológico no concreto usinado é possível identificar diversos problemas que podem comprometer a resistência da obra, pois é

possível ter a garantia de resistência, bem como identificar possíveis problemas que o concreto realizado fora dos parâmetros adequados podem ocasionar. Ainda, apresenta como prevenção para futuros problemas patológicos que podem comprometer a vida útil do concreto.

Estes assuntos têm sido delegados à amnésia e infelizmente o engenheiro, principalmente o recém formado, não tem um conhecimento da importância desse tema (inexistência do controle tecnológico do concreto na obra) para um comportamento profissional consciente e em particular no que se refere à segurança das estruturas e responsabilidade civil.

Para a construção do estudo será utilizada como metodologia a revisão de literatura, buscando livros, jornais, revistas e NBRs que dêem suporte ao embasamento teórico. Serão realizados também ensaios no laboratório da Concreto Lafarge, no município de Caratinga.

O estudo será composto de dois capítulos: o primeiro sobre o controle tecnológico do concreto e a construção civil; e o segundo capítulo, sobre as propostas de modelo de controle do concreto, dos dados gerais, da caracterização, das NBRs regulamentadoras e um estudo de caso sobre o controle realizado em uma empresa de concreto no município de Caratinga/MG.

2. ASPECTOS GERAIS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Neste capítulo, será abordado os aspectos relativos à construção civil, principalmente no que tange ao concreto utilizado neste ramo de atividade.

2.1 A construção civil

Compreendem-se por construção civil as obras e serviços em edificações de uma maneira geral; construção de rodovias, ferrovias, aeroportos, pontes, barragens etc. São serviços complementares à execução das obras: escavações, demolições, terraplenagens, concretagens, vidraçarias, etc.

Tal setor possui uma função relevante no desenvolvimento de um país e na economia, apresentando possibilidades de melhorias na qualidade de vida com o desenvolvimento de obras de infraestrutura e habitação; sendo este um dos que mais possui oportunidades de emprego, dando contribuição, também para a inclusão social.

Para André Viola Ferreira:

Nos últimos anos, o setor de construção civil cresceu de maneira significativa no Brasil. Entre 2007 e 2012, o crescimento do PIB do setor foi 1,8 vez maior do que o crescimento do PIB da economia como um todo. Esse crescimento, impulsionado pelo aumento da demanda, trouxe uma série de desafios. A inflação do setor de construção civil tem sido superior ao aumento geral de preços. O INCC (Índice Nacional de Custo da Construção) acumulou alta de 43,4% entre 2007 e 2012, enquanto o IPCA (Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo) acumulou alta de 31,9% no mesmo período. Ao mesmo tempo, o aumento da demanda resultou em problemas do lado da oferta.

Quando se remete à indústria da construção civil nota-se que por vezes sua característica se deu por meio da ausência de qualidade em seus produtos ainda que os administradores do setor necessitem estar sempre otimizando os recursos e, sendo assim, reduzir perdas, os resíduos gerados pela construção, em alguns casos uma variável relevante na equação dos orçamentos, é responsável por impactos ambientais, sociais e econômicos consideráveis, em razão de possuir uma posição de destaque na economia brasileira. Apesar do número elevado de empregos

gerados, da viabilização de moradias, renda e infraestrutura, faz-se necessário uma política abrangente para o correto destino dos resíduos gerados.

De acordo com Oliveira e Oliveira, A construção civil no país é crescente e infere o desenvolvimento econômico para a construção civil e a geração de emprego, portanto, é uma atividade que encontra relacionada a diversos fatores do setor que contribui para o desenvolvimento regional, a geração de empregos e mudanças para a economia, ou seja, a elevação PIB e tendo em vista seu considerável nível de investimentos e seu efeito multiplicador sobre o processo produtivo.

Dessa maneira, considera-se de suma importância o estudo das questões relacionadas à construção civil, com maior especificidade do concreto e sua contribuição para a economia, visando a importância do controle da sua qualidade.

2.2 O Concreto e a Construção Civil

Observando ao longo dos séculos, pode-se perceber a capacidade e versatilidade do concreto; que dele se originaram grandiosas obras. No entanto, não há como dissociar a história do concreto à do cimento, que é seu principal componente e que produz a reação química de formação da pasta aderente, a qual torna o concreto tão eficiente.

Luiz Carlos de Almeida assevera:

O concreto é um material de construção resultante da mistura, em quantidades racionais, de aglomerante (cimento), agregados (pedra e areia) e água. Logo após a mistura o concreto deve possuir plasticidade suficiente para as operações de manuseio, transporte e lançamento em formas, adquirindo coesão e resistência com o passar do tempo, devido às reações que se processam entre aglomerante e água. Em alguns casos são adicionados aditivos que modificam suas características físicas e químicas.

O Concreto é formado pela mistura de cimento, água, areia e brita. Na mistura do concreto, o Cimento Portland, ao adicionado com a água forma uma substância mais ou menos fluida, variando de acordo com o percentual de água adicionado.

A substância formada pela mistura se assemelha a uma pasta e envolve as partículas de agregados com diversas dimensões para produzir um material que inicialmente se caracteriza por um estado capaz de ser moldado.

No entanto, com o passar do tempo essa pasta endurece pela reação irreversível da água com o cimento, passando a uma resistência mecânica capaz de torna-lo um material de excelente desempenho estrutural, sob os mais diversos ambientes de exposição.

Para Malik Shehata:

O concreto, devido às suas inúmeras vantagens, tem sido o material mais usado na construção de prédios residenciais, comerciais, industriais e públicos, pontes, viadutos, barragens, túneis, silos, reservatórios, etc. Entre as vantagens deste material de construção podem ser citadas o seu baixo custo relativo, a disponibilidade dos seus materiais componentes em quase todos os lugares, suas versatilidade e adaptabilidade, sua durabilidade e sua possibilidade de incorporar com vantagens rejeitos industriais poluentes. As propriedades do concreto e sua importância para os engenheiros se dividem em duas fases da sua vida; fase de mistura, lançamento, compactação e acabamento e a fase do concreto em endurecimento, endurecido e em serviço. Trabalhabilidade, plasticidade, retração autógena, tempo de pega inicial e tempo de pega final são alguns exemplos das propriedades do concreto na primeira fase. Resistência do concreto à compressão e à tração, resistência ao desgaste superficial, resistência ao impacto, módulo de elasticidade, porosidade, fluência e retração são outros alguns exemplos de propriedades do concreto na segunda fase.

Ao preparar o concreto, é preciso ter cuidado com a qualidade e a quantidade da água utilizada, já que é ela que é responsável por ativar a reação química que transforma o cimento em uma pasta aglomerante. Se a quantidade de água for muito pequena, não ocorrerá a reação completamente e se for maior quantidade do que o ideal, haverá diminuição de resistência devido à função dos poros que ocorrerão quando este excesso de água evaporar.

É preciso uma atenção especial a estes requisitos, pois a qualidade dos componentes do concreto irão influenciar diretamente na sua qualidade e durabilidade.

Em paralelo a esses fatos, o governo e a iniciativa privada começaram a cobrar certificação, manuais de qualidade e atestados de capacitação, para que fossem contratadas construtoras e serviços. Consultores de Gestão da Qualidade fazem a afirmação de que o processo, pelo qual a indústria da construção civil tem passado, possui caráter bastante seletivo e as empresas que não fizerem uma mobilização para a questão da qualidade podem estar condenadas, e até falir.

É relevante que haja um fornecimento de mais educação e treinamento no manuseio e controle dos materiais. Há necessidade de que os próprios

trabalhadores da indústria da construção sejam convencidos a importância das mudanças, e não somente a diretoria, bem como estar cientes de todos os benefícios que a qualidade nos serviços pode proporcionar.

Também é relevante que se esteja consciente das causas sociais que de forma inegável acabam influenciando a qualidade dos serviços e o desperdício. Há de se compreender que um cidadão que não possui informações suficientes, não irá zelar em seu ambiente de trabalho, ou pelos os materiais de sua empresa.

Oliveira e Oliveira destacam dados sobre a importância da qualidade na construção civil no Brasil:

Com dados concisos percebe-se que a Construção brasileira retomou nos anos recentes o seu importante papel na receita do desenvolvimento. Após décadas de baixo investimento em infraestrutura e em habitação, o país reencontrou sua rota de progresso e, para isso, não poderia prescindir do nosso setor para a formação de capital e para a promoção de qualidade de vida da população. A impulsão da construção civil é uma característica das tendências que a cada dia vem sendo aprimorada para garantir o crescimento do setor de modo sustentável a geração de empregos e o aquecimento do setor em relação aos vários agentes que são englobados para a organização do espaço em relação a construção civil.

Não adianta tentar fazer com que um empregado se convence de que se ele agir desta ou daquela forma, irá preservar uma jazida mineral ou estará auxiliando a “sua” empresa a alcançar melhores índices de qualidade, caso ele não ganhe nada em troca.

Sendo assim, não são somente os fatores técnicos como métodos construtivos, maneiras de estocagem, ou processos de qualidade total, que irão resolver os problemas do desperdício e da ausência da qualidade.

A fim de que um trabalhador possa ser efetivamente conscientizado dos benefícios que possa ser apresentado a ele, há necessidade de que determinados itens na relação de trabalho da construção civil sejam revistos.

3. CONTROLE TECNOLÓGICO DO CONCRETO: IMPORTÂNCIA, NORMATIZAÇÃO E ESTUDO DE CASO

Com a realização de controle tecnológico no concreto usinado é possível identificar diversos problemas que podem comprometer a resistência da obra, pois é possível ter a garantia de resistência, bem como identificar possíveis problemas que o concreto realizado fora dos parâmetros adequados podem ocasionar. Ainda, apresenta como prevenção para futuros problemas patológicos que podem comprometer a vida útil do concreto.

3.1 Dados Gerais

De acordo com (CIB, 2000), a indústria da construção apresenta-se como sendo um dos grandes contribuintes do desenvolvimento socioeconômico em todos os países.

Como dito, a construção civil tem uma função de extrema relevância para o desenvolvimento do Brasil. Observa-se que na economia, sua representatividade é de cerca de 8% do PIB nacional, o que se refere a indústria que mais produz empregos diretos e indiretos (SINDUSCON-SP, 2005).

Quando se fala em controle tecnológico de concretagem, partindo do princípio que deve existir desde os serviços preliminares de lançamento e adensamento do concreto, percebe-se com essencial para garantir a qualidade da obra.

O que se tem observado é que o serviço de controle tecnológico do concreto tem sido deixado em segundo plano pelas construtoras, basicamente diante da disponibilidade de tempo necessário para que haja a verificação de todos os cuidados necessários usados antes da concretagem, tais como: garantir que as fôrmas e escoramento sejam capazes de suportar o peso e manter o concreto no local desejado; armaduras com posicionamento correto; espaçadores entre vigas, verificar se as instalações estão devidamente no lugar e entre outros.

Nesse controle tecnológico, em um primeiro momento, se tem em mente o controle dos materiais que o compõem. É importante compreender que os principais problemas do concreto podem surgir pela baixa qualidade dos seus compostos.

A Associação Brasileira de Engenharia e Consultoria Estrutural – ABECE destaca os fatores que podem influenciar na qualidade do concreto:

Fatores que influenciam a qualidade do concreto:



Figura 1 http://www.clubedoconcreto.com.br/2015_09_01_archive.html

No que se refere à quantidade de materiais, há uma estimativa de que em um metro quadrado de construção de um edifício ocorre um gasto de cerca de uma tonelada de materiais, exigindo grandes quantidades de cimento, areia, brita, etc. Além disso, há produção de resíduos em função das perdas ou aos desperdícios neste processo; por mais que seja melhorada a qualidade do processo, sempre existirá perda e, sendo assim, resíduo; certos levantamentos em canteiros de obra em Brasília-DF apontaram uma estimativa média de geração de entulho de 0,12 Ton/m². (SOUZA, 2005)

Compreende-se o sistema de atividades da indústria da construção civil como material de construção, bens de capital para construção, edificações, construções pesada e serviços variados, incluindo atividades imobiliárias, serviços técnicos de construção e atividades referentes à manutenção de imóveis (MORAIS, 2006).

Para que o concreto esteja de acordo com as especificações para o tipo de empreendimento é preciso observar alguns dados, já que existe uma diferença entre o concreto convencional e o concreto bombeável, que é o usinado, fornecido para canteiros de obra. Estes dados podem ser observados na figura 1(pagina anterior), conforme destacado pela Associação Brasileira de Engenharia e Consultoria Estrutural - ABECE:

Concreto Convencional x Bombeável:



Característica / Tipo de Concreto	Convencional	Bombeável
Slump (cm)	Entre 4 e 7	≥ 8
Teor de finos	MENOR	MAIOR
Teor de água	MENOR	MAIOR
Teor de cimento	MENOR	MAIOR
Fck / E (para mesmo fator a/c)	MAIOR	MENOR
Tempo de trabalho	MENOR	MAIOR
Produtividade	MENOR	MAIOR
Facilidade de manuseio	MENOR	MAIOR
Custo (para mesmo Fck)	MENOR	MAIOR
Representatividade	30%	60%

Figura 2 http://site.abece.com.br/download/pdf/Minascon_2010.pdf

Nota-se pelo exposto a necessidade de um controle tecnológico do concreto que é direcionado ao canteiro de obra, para que assim se possa diminuir a ocorrência de vícios e de problemas patológicos na construção.

Nota-se que existiu um enorme avanço na qualidade da construção civil nos últimos anos, que se obteve especialmente através de programas de diminuição de perdas e implantação de sistemas de gestão da qualidade. Todavia, não se pode duvidar que, nos próximos anos, além da qualidade (implantada para a segurança da satisfação do usuário no que se refere a um produto específico), existirá ainda uma grande preocupação no que se refere à sustentabilidade, antes de tudo, para assegurar o próprio futuro da humanidade.

Foi publicada em janeiro de 2015 a NBR 12.655 que trata do preparo, controle, recebimento e aceitação do concreto. Ela determina os requisitos básicos

para as propriedades do concreto fresco e endurecido, quais são suas verificações e sua composição, os requisitos no preparo, controle e recebimento do material.

É importante ressaltar que é aplicável a concreto de cimento Portland para estruturas moldadas no empreendimento, estruturas pré-moldadas e componentes estruturais pré-fabricados para edificações e estruturas de engenharia.

A NBR 12655 veio substituir a NBR 12654 - Controle Tecnológico de Materiais Componentes do Concreto - Procedimento. A referida normativa também apresenta aos profissionais por projetos estruturais, execução da obra, recebimento, preparo e aceitação definitiva e provisória do concreto como devem ser as formas ideais de manuseio, armazenagem, conservação e empilhamentos dos materiais, além de relacionar os principais termos utilizados para descrever as etapas dos projetos que envolvem o cimento Portland.

3.2 O Controle Tecnológico do Concreto e Sua Importância na Construção Civil

O controle tecnológico do concreto é de grande valia considerando o desempenho de todo o trabalho na obra, tendo a capacidade de trazer a confirmação se apresenta ou não possíveis problemas e inconformidade com o estabelecido para a execução da obra.

O serviço de controle tecnológico do concreto consiste em checar, por meio de ensaios, a qualidade do material que será empregado na obra, com a finalidade de verificar principalmente sua durabilidade e resistência. “Normalmente, uma empresa de controle tecnológico também verifica outros materiais relacionados ao concreto, como fôrmas, o posicionamento delas, as armaduras, etc.”, (MARIANE, 2012, p.1)

O controle tecnológico da concretagem portanto, têm como objetivo garantir a qualidade do concreto de acordo com as especificações e, conseqüentemente, com as exigências da obra. (CAPURUÇU, 2010, p.13)

Percebe-se que as Normas Regulamentadoras voltam-se para a existência de qualidade no concreto que deve ser usado nas obras, desse modo, é indispensável que quando se fala em concreto dosado em central, seja considerado o percurso a ser percorrido, pois o caminhão responsável pelo transporte do concreto, deve chegar sem a existência de impedimentos ou complicações que inviabilizem ou

comprometa a concretagem, a fim de que o cronograma de obra pré estabelecido seja cumprido em sua íntegra.

Diante da afirmativa, atividades relacionadas ao processo de fabricação do concreto na central e transporte até o canteiro de obras. As centrais devem realizar o transporte até o canteiro de obras. As centrais devem realizar o controle de produção continuamente para acompanhar a qualidade das matérias-primas e a homogeneidade do produto.

Para que haja um controle tecnológico efetivo é preciso que se tenha maior envolvimento em todas as etapas de produção e fornecimento do concreto; um controle efetivo de todo o processo de recebimento do concreto; a disponibilização de informações de forma mais rápida e confiável; sempre que possível estar voltado para novas metodologias de controle tecnológico e aplicação nesse caso e executar ensaios conforme procedimentos normativos.

Essas etapas revelam-se de muita importância a partir do momento que nem sempre esse controle tecnológico é algo considerado pelos Engenheiros Civis, por se tratar de um processo que demanda tempo e com as cobranças existentes nos canteiros de obras, tempo é algo dificultoso. Assim é possível prevenir problemas futuros no que diz respeito ao controle de qualidade, visto que um concreto utilizado fora dos padrões de qualidade é capaz de comprometer toda a construção futura.

O concreto é considerado um dos materiais mais utilizados em obras da construção civil. Sobre sua composição, encontram-se os dizeres de Rodrigo Piernas Andolfato, que define quais os elementos que o compõe e como devem ser os requisitos básicos de sua mistura:

O concreto se compõe de quatro elementos ou insumos básicos (cimento, agregado miúdo - areia, agregado graúdo - brita e água) distribuídos de maneira que cada um tenha uma quantidade tal que não seja excessiva em relação aos outros e todos muito bem misturados de forma que se tenha uma massa com igual aspecto em todos os pontos, e que uma vez em estado seco (curado) venha a apresentar os requisitos básicos de resistência, durabilidade e baixo custo, já citados. A quantidade de cada insumo básico na composição do concreto varia de obra para obra e isto em função das necessidades de cada uma e isto poderá ocorrer também dentro da mesma obra e neste caso se deve as diferentes etapas/necessidades dentro da mesma. Tais quantidades constituem o traço do concreto.

O controle é parte complementar, importante não apenas para a comprovação da qualidade da obra mas também para o próprio fluxo da mesma, com respeito às

ações construtivas e seus efeitos (esforços) sobre a estrutura, que devem ser respeitados para impedir fissuras e deformações originadas nesta fase.

Até na década de 70 todo o concreto era feito em obra, supervisionado pelo Engenheiro Responsável pela Execução, que fornecia o traço, sempre com ajuda de um Laboratório de controle e/ou assessoria de um Engenheiro Tecnologista de Concreto. Desta forma, o traço e todo um programa de controle era organizado para admitir conhecer e atestar a qualidade do concreto a qualquer tempo, bem como apoiar as decisões de mover escoramentos, retirar formas, aprovando e aprovando a estrutura no devido tempo.

A NBR12655, Norma de Preparo e Controle do concreto, que instituiu as diretrizes que valem até hoje sobre os aspectos relativos à Tecnologia do Concreto nas obras. Esta Norma deveria ter sido publicada e infelizmente não o foi pois ia contra e tornava antiquados os conceitos da NB1/80, em vigor, sobre a determinação da qualidade do concreto.

Neste tempo, apareceram e dominaram os procedimentos de execução do concreto para obras grandes e médias, as empresas de Serviços de Concretagem, mais conhecidas por concreteiras passando a produzir o material nas obras com responsabilidade sobre a qualidade da estrutura.

Pode-se perceber que muitas das empresas que dele se utiliza buscam cada vez meios e métodos mais eficientes que venham melhorar ainda mais suas características, tanto no aspecto técnico como econômico.

Rita Moura Fortes et al destacam que:

Em nosso país, estes assuntos têm sido delegados ao esquecimento e infelizmente muitos engenheiros não possuem a consciência no que se refere à segurança das estruturas e responsabilidade civil. A causa principal dos insucessos na execução de obras de engenharia civil reside no fato da aplicação deficiente ou não idônea do controle tecnológico e de qualidade.

Com as mudanças trazidas pela NBR 6118, considerada a “norma mãe” do concreto, toda uma nova cadeia de métodos passou a vigorar, abrangendo o Projeto, a Produção e o Controle do concreto aplicado em estruturas.

No entanto as naturais dificuldades de reestudar, envolver e habituar-se os novos conhecimentos aos procedimentos do dia a dia das obras está ainda incipiente em muitas obras, e temos percebido que os Calculistas têm questionado

muito de serem convocados a atenderem não-conformidades, especialmente baixas resistências do concreto.

Para Ivan Antônio Pereira:

O concreto por ser um material de fácil obtenção e aplicabilidade e ainda possuir um preço por metro cúbico relativamente acessível à maioria da população, é usado em praticamente todas as obras da construção civil, por mais simples ou complexas que sejam. Esta popularização traz consigo vantagens e desvantagens, mas, como na maioria dos casos, são as desvantagens ocasionadas pelo mau uso, que acabam transformando o concreto em algo potencialmente problemático, tanto no aspecto técnico quanto econômico. Isto se deve ao fato da maioria se considerar habilitada a empregá-lo, mas quase sempre sem possuir o indispensável conhecimento técnico para que se obtenham os requisitos básicos do concreto.

Normalmente o profissional Responsável pelo Projeto de Cálculo tem que trabalhar junto às suas obras e contribuir com elas, principalmente com o Responsável pela Execução, no sentido de dar informações de Projeto completas e tirar dúvidas sobre este Projeto, para que a execução seja corrigida.

Compete ao Responsável pela Execução preparar de modo a seguir o Projeto de forma total na Execução, procurando informações e seguindo procedimentos que possa garantir a qualidade da obra como definida.

Isto demonstra que o concreto da estrutura deve ser perfeitamente preparado, seja por uma equipe contratada ou pela equipe na obra, e devidamente controlado inclusive com toda a documentação que comprove, a qualquer tempo, a qualidade do concreto em todas as partes da estrutura.

Neste sentido, Douglas de Carvalho Motter destaca:

A NBR 12654 (Controle Tecnológico dos Materiais Componentes do Concreto) dispõe sobre os ensaios que devem ser efetuados nestes materiais. Como na prática sabemos que é praticamente impossível encontrar materiais totalmente isentos de substâncias nocivas, as normas nos apresentam os limites de tolerância destes elementos. Já entre as determinações da NBR 12655 (Concreto – preparo, controle e recebimento) existe a obrigatoriedade de uma dosagem experimental para concretos com resistência igual ou superior a 15 MPa.

A NBR 12.655/15, estabelece diretrizes para preparo, controle, recebimento e aceitação — Procedimento, do concreto, afirmando que o controle tecnológico faz parte desse rol , da seguinte forma: “O controle tecnológico dos materiais componentes do concreto deve ser realizado de acordo com as respectivas Normas

Brasileiras específicas” Assim, o controle tecnológico do concreto tem que fazer parte do cotidiano daqueles que voltam-se para o campo da engenharia civil.

Conforme citado anteriormente, quando do começo das concreteiras, com o advento de um avanço tecnológico desejável, originaram-se duas necessidades que, se não inteiramente atendidas, resultariam como vêm procedendo em grande parte do mercado em problemas de qualidade para o concreto, quais sejam:

1. Interatuar sob a Supervisão do Engenheiro Responsável pela Execução;
2. Envolvimento do Laboratório de Concreto como terceira parte, no fornecimento dos resultados do controle.

Excepcionalmente as coisas não ocorreram assim, em grande parte das obras que, ao contrário, apresentaram um afastamento do Engenheiro Responsável pela Execução no Preparo e no Controle do concreto, além da inexistente ou deficiente contratação do Laboratório de Controle, avaliada erroneamente como um custo desnecessário por muitas construtoras/incorporadoras, que procuram minimizar, com grande prejuízo tecnológico às obras.

De acordo com a Associação Brasileira das Empresas de Serviço de Concretagem do Brasil – ABESC, vários problemas podem ser enumerados como resultantes desse estado de coisas:

- Alienação do Engenheiro da Obra em relação ao concreto desde sua contratação, acertada como um negócio e concretizada na área de Suprimentos, retirando a autoridade do profissional da Execução, mesmo quando averigua e comprova os erros cometidos pela concreteira, de alterar fornecedor;
- **Inexistência de tecnologia de concreto na obra**, ao lado do Engenheiro de Execução, pela falta do Laboratório de Controle;
- Diminuição do papel dos Laboratórios de Controle – que é um serviço caro e especializado, necessita de muitos contratos para se viabilizar – revendo o papel de simples “rompedores de corpos de prova”, sem colaborar nas questões tecnológicas do concreto;
- Falta de controle indicado pela NBR 7212 (norma de produção, específica das concreteiras) usado à obra pelas concreteiras, ou outros “improvisos” (moldagem do concreto na obra por funcionários não-qualificados, p. ex.) com a conivência dos contratantes donos da obra, submetendo a estrutura ao controle tecnológico ineficiente e fora de padrões de Norma;
- Ausência de evolução tecnológica nas obras.

Estas graves ocorrências estão difundidas, com honrosas exceções, no mercado atual. Calculistas estão se manifestando de que ganham inúmeras solicitações de revisão de Projeto em função de resultados baixos de concreto, que

são recebidas sem um critério adequado de apresentação, sem localização em lotes, muitas vezes já com corpos de prova removidos – sendo que esta atribuição de mostrar as áreas e determinar por extrações é atribuição do Calculista – sem consultá-los, e já, afoitamente, pedindo sua opinião, sem maiores critérios.

Todos devem ter conhecimento minimamente que o trabalho do calculista conclui com a elaboração e a Responsabilidade Técnica sobre o Projeto Estrutural. E que, deste modo, requerer ao Calculista a análise de resultados “suspeitos” é um trabalho adicional, que necessita ser contratado com todos os ritos dessa contratação. E mais, entender resultados de concreto abrange, mais do que o Calculista, a contratação de um Engenheiro Tecnologista do Concreto experiente, capaz de analisar a consistência do controle realizado e resultados obtidos na fase de moldagem, e, já que as extrações foram feitas, também estes resultados e procedimentos. Este profissional decidirá a qualidade do concreto fornecendo o Laudo com as informações – organizadas e consistentes – que o Calculista adotará em sua revisão.

Posteriormente a estas etapas aparecerá um novo projeto para as regiões não-conformes, segundo as indicações da NBR 6118: reforço estrutural, uso restringido, demolição e refazimento das partes não-conformes.

Como se pode entender, avançar e remover corpos de prova sobre uma estrutura que demonstra com resultados que necessitam ainda ser analisado resultado aparentemente não-conformes é uma precipitação que no mínimo pode por em maior risco a estrutura, e que, deste modo só pode ser cumprida sob a ordem e Supervisão do Engenheiro Responsável pelo Projeto.

Nesta perspectiva, Douglas de Carvalho Motter afirma a importância de seguir, para o correto Controle Tecnológico, os seguintes passos, que demanda o atual estado da arte, demonstrado e em vigor através de nossas Normas Técnicas vigentes:

1. Determinar em Projeto todas as características do concreto, se caso for preciso com estudos específicos dos materiais, desempenhados por Laboratório de Controle idôneo.
2. Instituir de forma organizada o fornecimento do concreto à obra contratando uma empresa concreteira por meio de critérios técnico-econômicos, preferencialmente já contando com o apoio de uma empresa de controle tecnológico e com a Supervisão do Engenheiro Responsável pela Execução, assessorado por Engenheiro Tecnologista de Concreto experiente.

3. Acertar os procedimentos de controle, as responsabilidades e aprovações quanto aos resultados do concreto, restituindo a hierarquia do Laboratório Contratado pela obra, sobre a interpretação desses resultados.

4. Incorporar o Engenheiro Responsável pelo Projeto Estrutural na eventualidade de aparecimento de lotes com resultados não-conformes, já devidamente instituídos e interpretados pela Empresa de Controle em comum acordo com o Engenheiro Responsável pela Execução, para que o mesmo tome a decisão cabível, que possa iniciar-se pela simples acessão dos resultados, seguindo por eventuais necessidades de extração e ruptura de corpos de prova e interpretação dos resultados, podendo prosseguir para a realização de provas de carga, reforços estruturais, até mesmo demolição e refazimento.

Sempre que julgar necessário e especialmente no aparecimento de não-conformidades, o Engenheiro Calculista deverá requerer o apoio de um Engenheiro Tecnologista de Concreto para que lhe forneça, através de estudos especializados requeridos, os resultados dos concretos devidamente organizados e consistentes, condição básica para tomadas de decisões necessárias nesta grave situação.

3.3 Normatização do Controle do Concreto

Em nível mundial o controle tecnológico do concreto é estabelecido por normas técnicas. No Brasil, encontram-se algumas normas regulamentadoras para esse procedimento: cita-se aqui duas mais usuais pelo seu caráter mais abrangente, a NBR 6118 de 2014 e a NBR 12655 de 2015. Esta última estabelece o procedimento para preparo, controle e recebimento do concreto e referencia normas específicas para a retirada de amostras do material e para os ensaios a serem realizados de forma a se comprovar sua qualidade.

Com a complexidade que as construções modernas vem apresentando, em função do avanço tecnológico na área da construção civil, quase que impossibilita que todos os profissionais conheçam a fundo todas as áreas do conhecimento.

Desta forma, acredita-se que projetistas estruturais tenham mais intimidade com a norma de projeto de estruturas de concreto (ABNT NBR 6118), que construtores busquem suporte na norma de execução de estruturas (ABNT NBR 14931), que empresas de serviços de concretagem maior conhecimento da norma de especificação de concreto dosado em central (ABNT NBR 7212) e que tecnologistas de concreto conheçam a fundo a ABNT NBR 12655.

Contudo, vale ressaltar que as referidas Normas Brasileiras foram elaboradas vislumbrando as melhores práticas e as especificidades de cada elo da cadeia construtiva de modo a inter-relacionar as atribuições de todas elas, cada uma em sua área.

Para planejamento e execução do empreendimento deve-se estar atento às NBRs, já que elas estabelecem explicitamente a maneira de preparação e controle do concreto, tendo-se na primeira (ABNT NBR 6118) a base para os parâmetros de qualidade que são mais profundamente avaliados na outra (ABNT NBR 12655).

De acordo com o texto da NBR 6118, pode-se encontrar quais são os objetivos dessa norma:

Esta Norma fixa os requisitos básicos exigíveis para projeto de estruturas de concreto simples, armado e protendido, excluídas aquelas em que se empregam concreto leve, pesado ou outros especiais. Aplica-se às estruturas de concretos normais, identificados por massa específica seca maior do que 2 000 kg/m³, não excedendo 2 800 kg/m³, do grupo I de resistência (C10 a C50), conforme classificação da ABNT NBR 8953. Entre os concretos especiais excluídos desta Norma estão o concreto massa e o concreto sem finos. Estabelece os requisitos gerais a serem atendidos pelo projeto como um todo, bem como os requisitos específicos relativos a cada uma de suas etapas. Não inclui requisitos exigíveis para evitar os estados limites gerados por certos tipos de ação, como sismos, impactos, explosões e fogo. No caso de estruturas especiais, tais como de elementos pré-moldados, pontes e viadutos, obras hidráulicas, arcos, silos, chaminés, torres, estruturas off-shore, ou em que se utilizam técnicas construtivas não convencionais, tais como formas deslizantes, balanços sucessivos, lançamentos progressivos e concreto projetado, as condições desta Norma ainda são aplicáveis, devendo no entanto ser complementadas e eventualmente ajustadas em pontos localizados, por Normas Brasileiras específicas.

Outra característica importante da NBR6118 é que ela estabelece a relação água/cimento máxima para cada classe de resistência do concreto e classe de agressividade ambiental. Este fator se baseia na ideia de cumprir com as exigências de durabilidade da estrutura.

Como forma de complementação da NBR 6118 e de expansão do já abordado na primeira edição da NBR 12655, encontra-se a NBR 14931, que traz em seu escopo:

Esta Norma estabelece os requisitos gerais para a execução de estruturas de concreto. Em particular, esta Norma define requisitos detalhados para a execução de obras de concreto, cujos projetos foram elaborados de acordo com a ABNT NBR 6118. Abrange requisitos para a execução de uma estrutura, conforme definido em projeto. Se aplica a estruturas de concreto

permanentes ou temporárias e também se aplica à execução de fundação superficial, sapata, “radier”, sapata associada, blocos e vigas de fundação, conforme definido em 3.1 a 3.7 e 3.30 da ABNT NBR 6122:1996. Não estabelece os requisitos para especificação, produção e conformidade do concreto, que devem seguir o que estabelece a ABNT NBR 12655. Não se aplica à produção de elementos pré-moldados de concreto, que devem ser executados de acordo com a ABNT NBR 9062. Não cobre os requisitos para a execução de certos elementos de fundações profundas definidos em 3.8 a 3.21 da ABNT NBR 6122:1996. Não cobre os requisitos para a execução de tirantes injetados que estão normalizados pela ABNT NBR 5629. Não cobre os requisitos para a execução de paredes-diafragma, de paredes de contenções com o uso de chumbadores ou concreto projetado, bem como não se aplica para a execução de solo grampeado. Não cobre aspectos da execução relativos à segurança do trabalho e à saúde, estabelecidos em regulamentos governamentais, normas regulamentadoras e na ABNT NBR 12284.

A Norma de execução de estruturas NBR 14931 é considerada como uma das mais contemporâneas das normas brasileiras, com vistas à durabilidade e traz em seu bojo cuidados que visam o melhor desempenho da estrutura e sua execução respeitando as propriedades do concreto.

Foi uma especificação importante trazida pela NBR 14931, pois abordava as necessidades de normatização e padronização na época em que foi editada. No entanto, como o passar de quase uma década, a construção civil apresentou novas necessidades de normatização e controle, e esta veio pela reedição da NBR12655 realizada no ano de 2015.

A NBR 12655 é aplicável:

O concreto de cimento Portland para estruturas moldadas na obra, estruturas pré-moldadas e componentes estruturais pré-fabricados para edificações e estruturas de engenharia. O concreto pode ser misturado na obra, pré-misturado ou produzido em usina de pré-moldados. Esta Norma estabelece os requisitos para: a) propriedades do concreto fresco e endurecido e suas verificações; b) composição, preparo e controle do concreto; c) aceitação e recebimento do concreto. Esta Norma se aplica a concretos normais, pesados e leves. Esta Norma não se aplica a concreto massa, concretos aerados, espumosos e com estrutura aberta (sem finos). Exigências adicionais, estabelecidas em normas nacionais vigentes, podem ser necessárias para: a) estruturas especiais, como: certos viadutos, vasos sob pressão para usinas nucleares, estruturas marítimas e estradas; b) uso de outros materiais (como fibras); c) tecnologias especiais (processos de produção) ou tecnologias inovadoras no processo de construção; d) concreto leve; e) concreto projetado; f) concreto pré-moldado; g) pavimentos e pisos de concreto.

Com base nas normas supracitadas, ainda é preciso observar alguns requisitos, dois ensaios principais:

- Ensaio de Consistência, visando assegurar a possibilidade de lançamento do concreto (preenchimento das formas)
- Ensaio de Resistência à compressão axial aos 28 dias, no intuito de comprovar o atendimento às premissas de projeto no que diz respeito à segurança estrutural.

Esses parâmetros devem ser avaliados e realizadas as medições necessárias para que se libere a estrutura. Cada tipo de obra necessita de um tipo diferente de concreto. Por isso, ao contratar o serviço de concreto usinado, é preciso especificar qual tipo de utilização será feita do material, para que venha com as especificações necessárias.

Acredita-se que a partir do conhecimento dos materiais e das misturas realizadas, com apresentação dos testes realizados para cada tipo de empreendimento, o risco de desenvolvimento de vícios e patologias na obra pode ser reduzido a quase zero.

3.4 Estudo de Caso

Para esta pesquisa foram realizados testes ao controle tecnológico do concreto, visando realizar uma comparação entre a qualidade do produto que é submetido ao controle tecnológico e os problemas que podem ser acarretados no caso da inexistência do controle tecnológico do concreto.

Os testes foram realizados em uma empresa que tem como foco principal o fornecimento de concreto e agregados. A referida empresa não terá o nome citado nesta pesquisa pois não autorizou que a imagem da empresa estivesse vinculada ao estudo. Vale ressaltar que ela atende o município de Caratinga e região com seus produtos e serviços.

É importante compreender que para a realização de ensaios em laboratório para testar a qualidade e composição do concreto usinado é preciso seguir a determinação de diversas NBRs, conforme citam Kruguer e Grande:

Para a realização destes ensaios, são utilizadas as seguintes normas: ABNT-NBR 7211/2005, Agregados para concretos, especificação; ABNT-NBR 9935/1987, Agregados – terminologia; ABNT-NBR-NM 26/2001, Agregados, - amostragem; ABNT NBR NM 248:2003 – Agregados -

Determinação da composição granulométrica; ABNT NBR NM ISO 3310-1:1997 – Peneiras de ensaio - Requisitos técnicos e verificação - Parte 1: Peneiras de ensaio com tela de tecido metálico

Foram realizados testes nos mês de setembro de 2015, com 7 e 28 dias do concreto fornecido. Inicialmente foi realizado um slump test para ver se estava com a quantidade de água adequada, já que a água é responsável pela reação que faz a “pega” do concreto. Se não colocada em quantidade certa, pode comprometer a qualidade e resistência.

Sobre a questão da água, Luiz Carlos de Almeida destaca:

Quase todas as águas naturais são apropriadas para amassamento. É necessário precaução quanto às águas de pântano e as de rejeito industrial. A água do mar é inadequada para estruturas de concreto armado e protendido devido à corrosão provocada pelo teor de sal. O teor de água do concreto fresco é dado pelo fator água-cimento, isto é, pela relação em peso água-cimento. Esta relação varia geralmente entre 0,3 e 0,6. Quanto menor for o teor de água, maior é a resistência do concreto e menor é a trabalhabilidade.

Após esse primeiro teste, o concreto era colocado em uma forma, para se realizar a moldagem e ficava na forma pelo período de 48 horas, e decorrido esse período, seguia para o tanque de cura.

TABELA 1 – Resultado de Resistência com Controle Tecnológico Bem Executado

RESISTENCIAS COM 7 E 28 DIAS, COM O CONTROLE TECNOLOGICO ACOMPANHADO E BEM EXECUTADO													
		CONCRETO			CIMENTO				RESISTENCIA				
DATA	CLIENTE	FCK	SLUMP	BRITA	TIPO	MARCA	QTD CP	PEÇA	DATA	7 DIAS	DATA	28 DIAS	
09/set	OBRA 1	25	9+-1	0/1	CPIII	CAMPEÃO	3	LAJE	16/set	17,2	07/out	26,5	28,0
09/set	OBRA 2	25	12+-2	0/1	CPIII	CAMPEÃO	3	LAJE	16/set	18,1	07/out	25,4	27,8
09/set	OBRA 3	20	9+-1	0/1	CPIII	CAMPEÃO	3	LAJE	16/set	13,6	07/out	21,1	20,2
12/set	OBRA 4	30	12+-2	0/1	CPIII	CAMPEÃO	3	ESTRUT.	19/set	20,5	10/out	32,2	30,9
12/set	OBRA 5	25	12+-2	0/1	CPIII	CAMPEÃO	3	PILAR	19/set	17,4	10/out	29,2	26,6
15/set	OBRA 6	20	9+-1	0/1	CPIII	CAMPEÃO	3	LAJE	22/set	15,8	13/out	21,7	22,0
17/set	OBRA 7	20	9+-1	0/1	CPIII	CAMPEÃO	3	LAJE	24/set	14,2	15/out	23,6	20,5
17/set	OBRA 8	20	9+-1	0/1	CPIII	CAMPEÃO	3	LAJE	24/set	14,5	15/out	21,5	22,7
23/set	OBRA 9	30	12+-2	0/1	CPIII	CAMPEÃO	3	PISO	30/set	21,7	21/out	33,4	30,2
23/set	OBRA 10	35	12+-2	0/1	CPIII	CAMPEÃO	3	LAJE	30/set	24,6	21/out	39,3	37,2

Os dados apresentados na tabela 1 demonstram que com o devido controle e acompanhamento, o concreto apresenta os níveis estabelecidos pelas normas técnicas, diminuindo o risco de patologias na execução da obra.

Seguem os resultados dos testes realizados nos mesmos concretos cujo controle e acompanhamento foram realizado no canteiro de obras:

TABELA 2 - Resultado de Resistência Sem Controle Tecnológico Bem Executado

RESISTENCIAS COM 7 E 28 DIAS, SEM CONTROLE TECNOLÓGICO OU CONTROLE TECNOLÓGICO MAL EXECUTADO													
		CONCRETO			CIMENTO				RESISTENCIA				
DATA	CLIENTE	FCK	SLUMP	BRITA	TIPO	MARCA	QTD CP	PEÇA	DATA	7 DIAS	DATA	28 DIAS	
09/set	OBRA 1	25	9+-1	0/1	CPIII	CAMPEÃO	3	LAJE	16/set	9,8	07/out	20,4	21
09/set	OBRA 2	25	12+-2	0/1	CPIII	CAMPEÃO	3	LAJE	16/set	11	07/out	21,5	23,2
09/set	OBRA 3	20	9+-1	0/1	CPIII	CAMPEÃO	3	LAJE	16/set	8,6	07/out	19,4	17,3
12/set	OBRA 4	30	12+-2	0/1	CPIII	CAMPEÃO	3	ESTRUT.	19/set	14,4	10/out	27,4	26,4
12/set	OBRA 5	25	12+-2	0/1	CPIII	CAMPEÃO	3	PILAR	19/set	10,5	10/out	22	23,3
15/set	OBRA 6	20	9+-1	0/1	CPIII	CAMPEÃO	3	LAJE	22/set	7,3	13/out	16,6	17,4
17/set	OBRA 7	20	9+-1	0/1	CPIII	CAMPEÃO	3	LAJE	24/set	8,1	15/out	17,6	17,2
17/set	OBRA 8	20	9+-1	0/1	CPIII	CAMPEÃO	3	LAJE	24/set	9,5	15/out	18,3	18,5
23/set	OBRA 9	30	12+-2	0/1	CPIII	CAMPEÃO	3	PISO	30/set	15,3	21/out	27,2	28,1
23/set	OBRA 10	35	12+-2	0/1	CPIII	CAMPEÃO	3	LAJE	30/set	19,5	21/out	34,3	31,5

Observa-se no contido da tabela 2 a existência de uma diferença considerável quanto ao nível de resistência apresentado na amostra com controle tecnológico bem executado quando comparada com a amostra do concreto em que não se realizou o controle tecnológico.

É importante ressaltar que nestas amostras não foi realizado o controle tecnológico do concreto, podendo ter sido adicionado ao composto diferentes substâncias ou aditivos, o que compromete a resistência do mesmo.

O índice de resistência da amostra sem controle tecnológico chega a apresentar uma diferença de 20% do que o da amostra com controle tecnológico realizado adequadamente. Outro fator que chama a atenção é que dentro da amostra da tabela 1, entre as 10 obras analisadas, não ocorre uma variação muito significativa de uma para outra, enquanto nas amostras da tabela 2, percebe-se variações que podem chegar a 50%.

Sobre a resistência, Teixeira e Pelisser destacam:

A resistência do concreto é muito importante, pois significa sua capacidade de resistir às solicitações previstas em projeto e está diretamente relacionada com a durabilidade do material frente a vários processos de degradação que pode estar submetido. Demonstra a qualidade do concreto, estando diretamente relacionada com a porosidade da estrutura da pasta de cimento hidratada, e associada (utilizada para estimar) as demais propriedades mecânicas do concreto, como módulo de elasticidade.

Destaca-se aqui uma terceira amostra, conforme dados descritos na tabela 3:

RESISTENCIAS COM 7 E 28 DIAS, CONCRETO VIRADO EM OBRA													
		CONCRETO			CIMENTO				RESISTENCIA				
DATA	OBRA	TRAÇO	SLUMP	BRITAS	TIPO	MARCA	QTDE CP'S	PEÇA	DATA	7 DIAS	DATA	28 DIAS	
12/set	OBRA 1	1:3:4	13	0/1	CPIII	CAMPEÃO	3	LAJE	19/set	9,13	10/out	23,4	22,1
17/set	OBRA 2	1:3:4	18	0/1	CPIII	CAMPEÃO	3	LAJE	24/set	10,2	15/set	21,3	20,5

TRAÇO 1:3:4	1 SACO DE CIMENTO	40 LITROS DE ÁGUA	3 BALDES DE AREIA	4 BALDES DE BRITA
--------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

A resistência neste caso não aparece pois eles produzem um traço mais alto que o necessário para chegar ao resultado do mais baixo, pois nunca tem o controle correto sobre o concreto e seus materiais, exemplo: produzem o concreto de FCK 25 para chegar ao resultado de FCK 20.

Faria (2009) destaca que a não conformidade de fornecimento do concreto se dá apenas quando mais de 5% do volume entregue na obra ficam abaixo da resistência de projeto (f_{ck}). O autor destaca contudo que há trabalhos de doutorado que mostram que resultados até 10% abaixo do f_{ck} de projeto não merecem um investimento maior com diagnóstico, recálculo e todo o trabalho que envolve o reparo. Desde que isso não se repita com muita frequência na obra.

O problema de resistência é uma patologia que pode comprometer o empreendimento, pois em caso de utilização do concreto para um pilar de sustentação, se a resistência for inferior ao padrão necessário, a estrutura poderá não suportar o peso e ceder.

Por isso, acredita-se que é de suma importância para o empreendimento a utilização de concreto que tenha passado pelo controle tecnológico realizado de forma adequada, caso contrário, se o concreto não atender o padrão exigido pela

obra, poderá sofrer patologias que comprometerão o empreendimento, gerando riscos e custos não calculados.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A construção civil no Brasil é um segmento que vem crescendo nos últimos anos e oferece oportunidades de emprego e desenvolvimento financeiro e econômico a muitas famílias.

Para que os empreendimentos sejam realizados dentro das normas é preciso que se observe a questão da qualidade e do controle das partes que estão envolvidas no processo como um todo.

O controle tecnológico do concreto é de suma importância devido à possibilidade de existência de vícios que venham causar problemas patológicos e possam comprometer o andamento do empreendimento.

A existência de profissionais que compreendam a importância do controle tecnológico do concreto é fundamental para que o empreendimento seja de sucesso.

O controle deve ser realizado não somente na usinagem, mas no recebimento no canteiro de obras deve-se observar como está o material recebido, pois o concreto usinado apresenta características diferentes do concreto comum.

Com vistas a este problema, apurou-se como resultado da pesquisa que o controle tecnológico do concreto pode auxiliar no controle da qualidade do material utilizado, tendo respeitado os padrões exigidos, evitando assim patologias como problemas de resistência, para que assim não ocorram problemas desnecessários como riscos na execução, retrabalho e custos extras para consertar os problemas causados pelo material de má qualidade ou mal uso.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABESC. Associação Brasileira das Empresas de Serviço de Concretagem do Brasil. **Manual do Concreto Dosado em Central.** Disponível em: <http://www.abesc.org.br/pdf/manual.pdf>. Acessado em 16 de junho de 2015.

ALMEIDA, Luiz Carlos de. Concreto. Universidade Estadual de Campinas. Disponível em: <http://www.fec.unicamp.br/~almeida/au405/Concreto.pdf>. Acessado em 14 de novembro de 2015.

ANDOLFATO, Rodrigo Piernas. **Controle tecnológico básico do concreto.** São Paulo: UNESP, 2002.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118- Projeto de estruturas de concreto - Procedimento. Rio de Janeiro, MAIO/2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5732 – Cimento Comum. Rio de Janeiro, 1991.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12655– Concreto – Preparo, controle e recebimento. Rio de Janeiro, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7211– Agregados para concreto- Especificação. Rio de janeiro, 2009.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5739 – Ensaio de Compressão de corpos de prova. Rio de Janeiro, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12655 – Concreto - Preparo, controle e recebimento, curso de Engenharia Civil – Rio de Janeiro, 2015.

AÍTCIN, P.-C. **Concreto de Alto Desempenho**, tradução de Geraldo G. Serra São Paulo: Editora Pini, 2013.

BAUER, José Falcão. **Procedimentos recomendados para o controle tecnológico e da qualidade de concreto de cimento portland**. Disponível em: <http://www.andit.org.br/assets/PRCTQCCPORTLAND.pdf>. Acesso em 10/06/2015.

BASE DE DADOS ORÇAMENTÁRIA TCPO – Tabelas de composições de preços para orçamentos – Memoriais descritivos – 13 ed. São Paulo: Editora PINI, 2010.

CAMPOS, Carlos. **Considerações sobre o controle tecnológico do concreto**. Disponível em: http://www.carloscampos.com.br/?view=article&id=45%3Aconsidera-coessobre-controle-tecnologico-do-concreto&Itemid=1&option=com_content Acesso em: 19/05/2015.

CAPURUÇU, Flavio Renato **Controle Tecnológico do concreto: Direitos e Deveres**. Associação Brasileira de Engenharia e Consultoria Estrutural. Belo Horizonte, 2010.

CARVALHO, Roberto Chust. **Cálculo e detalhamento de estruturas usuais de concreto armado: segundo a NBR 6118-2013**. 3 ed, São Carlos: edUFSCar. 2007.

FARIA, Renato. Concreto Não Conforme. Técnica. Disponível em: <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/152/artigo287700-1.aspx>. Acessado em 26 de fevereiro de 2016.

FORTES, Rita Moura; MERIGHI, João Virgílio; BANDEIRA, Alex Alves. 02-041 - **Estudo em Laboratório do Desempenho de Diferentes Materiais Utilizados para a Cura de Base de Solo Cimento 2008 CONINFRA – CONGRESSO DE INFRA-**

ESTRUTURA DE TRANSPORTES. ANDIT - Associação Nacional de Infraestrutura de Transportes. ISSN 1983-3903. São Paulo, São Paulo, Brasil, 25 a 28 de Junho de 2008.

KRUGUER, Patrícia. GRANDE, Ítalo Sérgio. **A Importância do Controle Tecnológico do Concreto.** 11º CONEX. Disponível em: [http://www.uepg.br/proex/anais/trabalhos/11/Comunica%C3%A7%C3%A3o%20Oral/Oral%20\(102\).pdf](http://www.uepg.br/proex/anais/trabalhos/11/Comunica%C3%A7%C3%A3o%20Oral/Oral%20(102).pdf). Acessado em 13 de novembro de 2015.

MARIANE, Aline. **O Controle Tecnológico do Concreto- Mercado Corporação.** Disponível em <http://construcaomercado.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/136/artigo299747-1.aspx>. Acesso em 11 de junho de 2016.

MOTTER, Douglas de Carvalho. **Fiscalização de Obras Públicas – Proposta de check-list e recomendações para o Controle Tecnológico do Concreto em Obras Públicas.** Curitiba, 2010. Disponível em: <http://dspace.c3sl.ufpr.br/dspace/bitstream/handle/1884/34359/DOUGLAS%20DE%20CARVALHO%20MOTTER.pdf?sequence=1>. Acessado em 15 de junho de 2015.

NETO, Egydio Hervé. **Controle Tecnológico do Concreto de como agir após "o leite derramado".** Disponível em: http://www.peabirus.com.br/redes/form/post?topico_id=21214. Acesso em: 15/05/2015.

OLIVEIRA, Valéria Faria. OLIVEIRA, Edson Aparecida de Araújo Querido. O Papel da Indústria da Construção Civil na Organização do Espaço e do Desenvolvimento Regional. UNINDU. Disponível em: <http://www.unitau.br/unindu/artigos/pdf570.pdf>. Acessado em 12 de novembro de 2015.

PEREIRA, Ivan Antônio. **Técnicas básicas de concretagem: otimização da mão de obra.** Curitiba/PR- Monografia1997- Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

TEIXEIRA, Renata Baltazar. PELISSER, Fernando. Análise da Perda de Resistência à Compressão do Concreto com Adição de Água para Correção da Perda de

Abatimento ao Longo do Tempo. Disponível em:
<http://periodicos.unesc.net/iniciacaocientifica/article/viewFile/162/167>. Acessado em 21 de novembro de 2015.

VIOLA, André Ferreira. Estudo Sobre Produtividade na Construção Civil. Disponível em:
[http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY_Estudo_Produtividade_na_Construc_ao_Civil/\\$FILE/Estudo_Real_Estate.pdf](http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY_Estudo_Produtividade_na_Construc_ao_Civil/$FILE/Estudo_Real_Estate.pdf). Acessado em 20 de novembro de 2015.