VERIFICAÇÃO DA RESISTÊNCIA DO CONCRETO *IN LOCO:* MÉTODOS DE ENSAIOS MAIS USUAIS.

ADRIEL SHUMACHER FERNANDES DA SILVEIRA MARTINS[1], HERCILIO MACENA MAIA FILHO[2]

RESUMO

A resistência à compressão do concreto é o principal parâmetro característico físico deste, torna-se uma necessidade importante para qualquer estrutura de concreto. No Brasil, os ensaios devidamente regulamentados pela ABNT para este fim são o ensaio de compressão de corpos de prova, extração de testemunho, esclerometria e o ensaio de Ultrassom. Nesse sentido o presente artigo além de abordar esses ensaios, também aponta a importância de fazer a rastreabilidade no concreto, a fim de manter um controle tecnológico que atenda às necessidades de qualquer tipo de construção, sendo ela, de pequena, médio ou grande porte. Mediante ao auxílio de uma pesquisa de campo descritiva, coletou-se informações sobre várias empresas na cidade de Mossoró-RN, com a finalidade de identificar quais os métodos praticados por essas empresas. Pós-coleta de dados procurou-se realizar um comparativo entre as empresas e consequentemente a elaboração de gráficos para facilitar o entendimento e mostrar o aspecto geral de algumas empresas atuantes na região. Após a análise dos resultados, encontrou-se uma diferença nessa realidade, indicando que nem todas as empresas entrevistadas realizam ensaios complementares em suas estruturas depois de executada.

PALAVRAS-CHAVES: CONTROLE TECNOLÓGICO. CONCRETO. RESISTÊNCIA DO CONCRETO. ENSAIOS *IN LOCO.*

VERIFICATION OF RESISTANCE OF CONCRETE *IN LOCO*: MOST USUAL TESTING METHODS.

ABSTRACT

Compressive strength of concrete is the main physical characteristic parameter of this, becomes an important need for any concrete structure. In Brazil, the tests properly regulated by ABNT to this end are the assay proof bodies compression, extraction of testimony, concrete testing hammer and the ultrasound test. In this sense this article in addition to addressing these essays, also points out the importance of traceability in the concrete, in order to maintain a technological control that meets the needs of any type of construction, being, small, medium or large. Through the aid of a descriptive field survey collected information about several companies in the city of Mossoró-RN in order to identify what methods practiced by these companies. Post data collection sought to perform a comparison between companies and consequently the development of graphics to facilitate understanding and show the general appearance of some companies operating in the region. After the analysis of the results, we found a

[1]Engenharia Civil, Universidade Potiguar (UNP/RN); e-mail: adrielschumacher@gmail.com
[2]Engenharia Civil, Universidade Potiguar (UNP/RN); e-mail: hercilio.maia@hotmail.com

difference in this reality, indicating that not all companies interviewed perform further testing in their structures after executed.

KEY WORDS: TECHNOLOGICAL CONTROL. CONCRETE. CONCRETE STRENGTH. *IN SITU* TESTING.

1. INTRODUÇÃO

O tradicional concreto utilizado em todas as obras de edificações, seja ela de pequeno, médio ou grande porte, é composto basicamente por um aglomerante (cimento), agregado miúdo (areia) e um agregado graúdo (pedra britada), também pode-se adicionar a essa mistura determinados aditivos que lhes acrescentam características específicas.

O principal parâmetro de controle de qualidade para o concreto, resultado dessa mistura, é sua a resistência característica a compressão Fck, que já vem determinado em projeto, porém é necessário confirmar tal valor que geralmente é determinado entre 7 e 28 dias. Dessa forma a análise da resistência característica a compressão aos 28 dias confirmará se o concreto lançado atende ao Fck especificado em projeto. Em caso do concreto executado não atender a resistência projetada aos 28 dias, é primordial poder identificar onde foi lançado tal concreto e a qual lote ele pertence, dessa forma, tem-se a área de lançamento do concreto possivelmente não conforme. Esta informação é obtida através da rastreabilidade do concreto. Com este controle em mãos, será possível a execução de ensaios em pontos específicos para a verificação da resistência *in loco.*

Os ensaios clássicos para averiguação do Fck *in loco* são: a extração de testemunhos diretamente da estrutura, o esclerômetro de reflexão do tipo Schmidt e ainda a utilização de ondas ultrassônicas através de sua propagação no material. A necessidade de se determinar a resistência do concreto em uma peça já consolidada (executada) é de fundamental importância para os engenheiros à frente de obras, pois é com ela que se chegará à conclusão de que determinado concreto realmente atendeu ou não as solicitações exigidas pelo projeto estrutural, tal necessidade surge em caso de concretos lançados na estrutura, que supostamente não atingem o Fck requerido. Esses concretos devem ter sua localização identificadas, sendo essencial para isto o controle através da sua rastreabilidade, o que possibilitará a averiguação do Fck através de ensaios específicos.

Tendo-se a importância da averiguação *in loco* do Fck, este artigo tem como objetivo geral apresentar um quadro indicativo quanto à execução da rastreabilidade, e ao tipo de ensaio mais comumente utilizado, tendo como referência o corpo técnico das obras de construção civil da cidade de Mossoró, Rio Grande do Norte. Para atender a esse objetivo inicialmente buscou-se o embasamento teórico nas normas brasileiras de regulamentação (NBR), por serem estas a base de todos os procedimentos técnicos legais. Utilizou-se também a revista Téchne, Ibracon por serem didáticas e modernas, e autores como Castro, Mehta, Malhotra entre outros. Na segunda etapa do trabalho, realizou-se uma pesquisa de campo em empresas na cidade em questão, com o objetivo de responder ao questionamento principal deste artigo: as obras possibilitam a verificação da resistência do concreto *in loco* por meio da rastreabilidade deste? Dessa forma espera-se traçar um perfil quanto a situação na qual encontram-se as empresas com relação à um controle tecnológico.

2. METODOLOGIA

Para o desenvolvimento desse artigo, inicialmente realizou-se uma pesquisa bibliográfica embasada nas normas brasileiras de regulamentação NBR [1,2,4,5], revistas técnicas e livros de autores da área [9,11,14,19,21].

Para o desfecho do artigo, foi realizada uma pesquisa de campo descritiva envolvendo 10 empresas na cidade de Mossoró, estado do Rio Grande do Norte, Brasil, na região oeste do estado.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos e a moldagem dos corpos de provas.

O ensaio mais comum para medir a resistência à compressão do concreto é o ensaio de compressão axial. De acordo com Lima [16] esta é medida através de corpos de prova, em ensaios destrutivos a fim de verificar a resistência do concreto, em idade de 28 dias (Fck). O Fck é um valor estatístico onde estão 95% dos resultados experimentais, desta forma, se até 5% dos resultados forem inferiores, esse concreto poderá ser aceito.

Na moldagem dos corpos de provas é obrigatório seguir todas as orientações indicada pela NBR 5738 [5] na realização do ensaio para ter melhor controle na qualidade do concreto, que é o principal material que compõe os elementos estruturais em uma obra. A qualidade final de uma estrutura de concreto armado depende tanto do controle de suas propriedades no estado fresco, como no seu estado endurecido.

Segundo a ABNT NBR-5738 [5], quando o concreto é recebido ou produzido na obra, são coletadas amostras, para realizar ensaios de resistência e verificar se o material está adequado para uso. Os corpos de prova são moldados segundo padrão e ordens específicas. No formato cilíndrico, os moldes mais utilizados possuem dois tamanhos: 100 mm x 200 mm, preenchidos com concreto em duas camadas sucessivas, cada uma delas recebendo 12 golpes com a haste de socamento, e 150 mm x 300 mm, em que são aplicados 25 golpes em cada uma de suas três camadas de preenchimento.

Em geral, como padroniza a NBR-5738 [5], são moldados 4 corpos de prova por carga de concreto, para os ensaios que serão realizados após 7 e 28 dias, períodos correspondentes às diversas etapas da cura.

3.2 Rastreabilidade do Concreto

Inicialmente é essencial abordar o quanto é importante possuir um controle de mapeamento do concreto em uma obra, o mesmo proporcionará a identificação do local em que foi lançado algum concreto que esteja possivelmente em desacordo com o Fck solicitado, podendo-se atuar diretamente no problema, ou seja, reduzindo os gastos de uma possível buscar por concreto defeituoso e mais gastos com ensaios.

A rastreabilidade constitui um mapeamento do concreto lançado, que de acordo com Faria [12] funciona da seguinte forma: cada caminhão betoneira que chega a obra e inicia a concretagem, moldam-se dois corpos de prova, em seguida desenha-se um croqui da estrutura a ser concretada, identifica-se cada caminhão betoneira com uma determinada cor ou outra forma de identificação, placa do caminhão, nota fiscal, hora de chegada, e o mais importante, a área na qual o caminhão conseguiu concretar, esse procedimento deve ser realizado para cada caminhão que chegar a obra. A FIGURA 1 representa o que foi descrito acima.

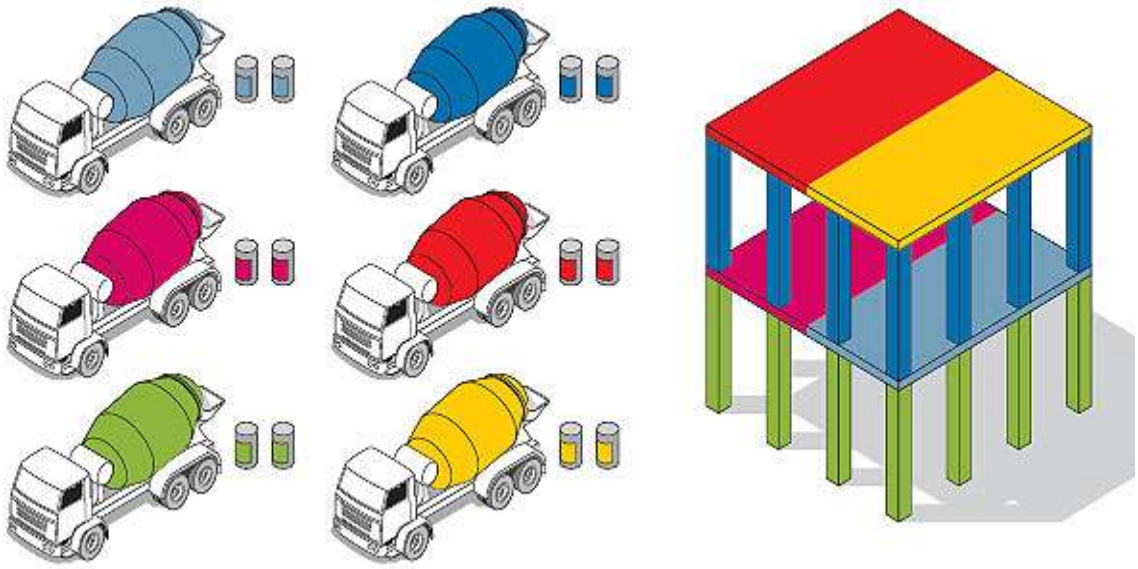

Figura 1: Controle Total de Concretagem.

Fonte: www.techne.pini.com.br/engenharia-civil/152/artigo287700-2.aspx

A rastreabilidade que é um ponto importante em sistemas de controle de qualidade como o PBQP-H, possibilita um controle geral de todo o concreto lançado na estrutura, caso venham a surgir problemas referentes à resistência, com o mapeamento, pode-se atuar diretamente no setor defeituoso, com técnicas específicas, desta forma será abordado os principais tipos de ensaios mais usuais em obras.

3.3 Fatores que influenciam na qualidade final do concreto.

O concreto por ser um material heterogêneo, dependerá de diversos fatores, sendo necessário controlar essencialmente a qualidade dos materiais envolvidos, desde a armazenagem à aplicação. O ambiente também é um fator decisivo no resultado final, e consequentemente, os ensaios a serem desenvolvidos no mesmo, são todos parâmetros que devem ser revisados para não comprometer a segurança da estrutura e analisar de forma correta a resistência do concreto lançado, se confirma ou não o que foi solicitado em projeto [3].

O concreto produzido pode ser avaliado por meio do ensaio de resistência a compressão com o rompimento de corpos-de-prova moldados na concretagem. Porém segundo Guzmám; Bauer; Krauss [15], na maioria das vezes podem não representar a

realidade da estrutura em estudo, devido às condições de lançamento, cura e adensamento que são diferentes das apresentadas em obra, tendo-se como exemplo o lançamento do concreto na estrutura, no qual o mesmo é lançado, adensado e possui uma cura adequada, tudo isso para garantir o Fck solicitado, o mesmo também poderá chegar a um valor inferior ao requisitado. Assim, a moldagem e o rompimento de CP's de concreto não é o único ponto de observância para garantir um concreto de qualidade, pois suas características quando endurecido está atrelado desde a definição no laboratório à chegada *in loco*. Na FIGURA 2, encontram-se vários fatores que podem influenciar a qualidade final do concreto.

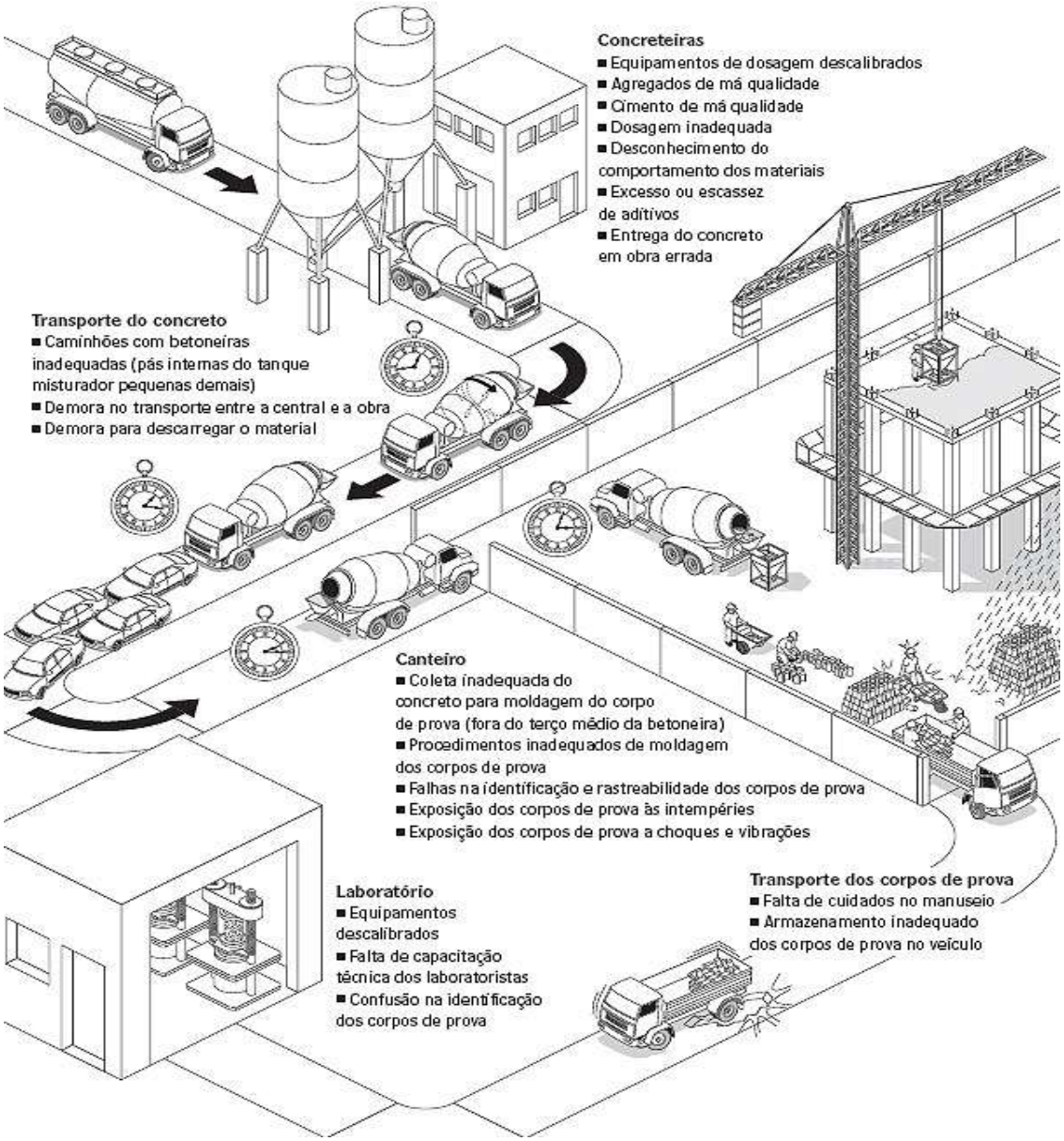

Figura 2**:** Fatores que Influenciam a Qualidade Final do Concreto.

Fonte**:** www.techne.pini.com.br/engenharia-civil/152/artigo287700-2.aspx

3.4 Ensaios praticados para averiguar a resistência do concreto na estrutura executada (*in loco).*

3.4.1 Extração de testemunhos

A extração de testemunhos das estruturas de concreto para avaliação da sua resistência, segundo Orlando [20] é considerada por vários pesquisadores como o método de maior confiabilidade por permitir uma avaliação direta do concreto da estrutura.

De acordo com Orlando [20] os testemunhos retirados da peça em questão podem possuir a forma geométrica de cilindro, cúbico ou prismático, que são extraídos por meio de corte com sonda rotativa ou com disco. O objeto principal da extração desses representantes é a avaliação da resistência à compressão do concreto em estudo

A extração de testemunhos obtidos da estrutura *in loco* e, consequentemente seu rompimento, é a técnica mais aceita para estimar a resistência a compressão. Pode-se afirmar então, que este ensaio representa fielmente as qualidades existentes em um concreto *in loco* (análise do cimento, areia, brita e fator água cimento do concreto), pois todo o ensaio esta embasado em uma amostra direta da estrutura. Com os resultados do ensaio em mãos, poderá confirmar ou não, a resistência requerida em projeto.

Segundo a norma brasileira de regulamentação NBR 7680, para se determinar os locais de extração, deve-se levar em consideração os lotes de concretos utilizados na estrutura ou seja, ter realizado a rastreabilidade do concreto, porém, ressalta-se que, nem todos os responsáveis frente às obras fazem o uso de tal controle do concreto. Ainda de acordo com a referida norma, os exemplares devem ser íntegros, isentos de materiais que não seja o concreto, como pedaços de madeira ou aço.

Desta forma é relevante saber as dimensões dos testemunhos, que devem ser no mínimo três vezes maior que a dimensão máxima do agregado graúdo e maior ou igual a 100 mm. As FIGURAS 3 e 4 são ilustrativas dos ensaios de extração de testemunhos:



Figura 3: Extração de Testemunho
Fonte: http://www.peritos.eng.br/ferramentas/extrator



Figura 4: Extração de Testemunho
Fonte: http://www.peritos.eng.br/ferramentas/extrator

3.4.2 Esclerometria

O esclerômetro segundo vários autores [17,18], é um método não destrutivo que mede a dureza superficial do concreto, fornecendo dados para a avaliação da resistência do concreto endurecido. O esclerômetro é conhecido por ser um aparelho portátil, simples e de baixo custo. O método consiste em um martelo controlado por uma mola que desliza por um pistão. Para a avaliação da dureza superficial do concreto, o operador exerce um esforço sobre o pistão contra uma estrutura, ele reage contra a força da mola; e quando completamente estendida a mola é automaticamente liberada. O martelo choca no embolo que atua contra a superfície do concreto e a

massa controlada pela mola recua, deslizando com um ponteiro de arraste ao longo de uma escala guia que é usada para indicar o valor da reflexão do martelo [7,18].

A FIGURA 5 ilustra um esclerômetro e as partes que o compõe.

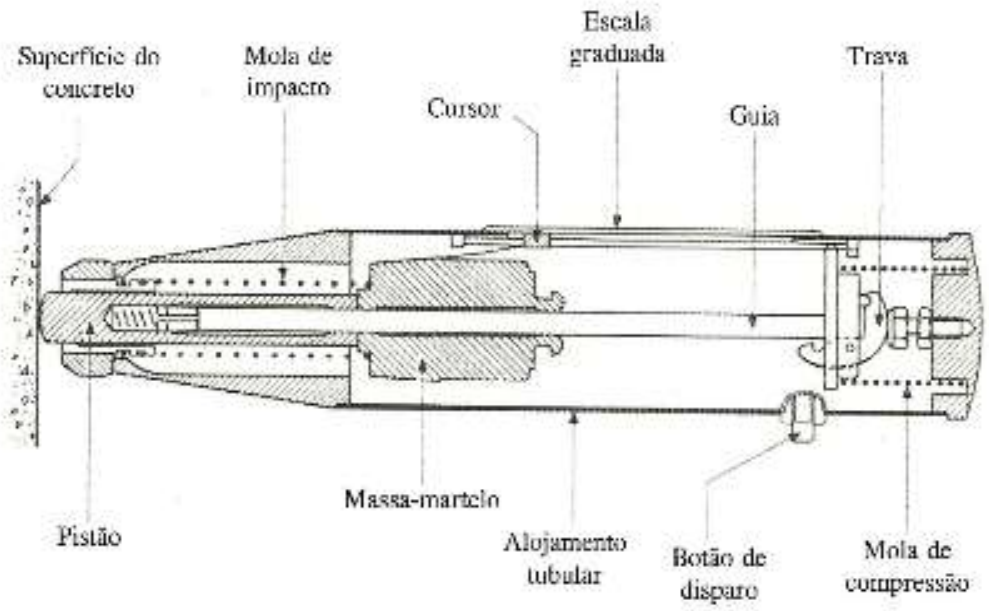

Figura 5: Seção Longitudinal do Esclerômetro Tipo Schmidt. Fonte: Mindess e Young (1981) apud Figueiredo (2005), Castro (2009)

Segundo Malhotra apud Guzmám; Bauer; Krauss, [7], o esclerômetro além de possuir um baixo custo, apresenta um manuseio simples. O mesmo não deve ser empregado como ensaio de referência para a determinação da resistência do concreto *in loco*, devendo associá-lo a ensaios padronizados pelas normas regulamentadoras NBR's, ou seja, associá-lo a ensaios com maior precisão de resultados. Ademais, o ensaio de esclerometria não determina a resistência do concreto, mas sim, fornece uma correlação, não sendo aceito em substituição ao ensaio de resistência à compressão [7]. Portanto, não se pode esperar que o esclerômetro, que é um ensaio não destrutivo, possa gerar valores exatos do Fck da estrutura acabada, mas sim estimativas [7,17].

3.4.3 Ensaio de Ultrassom

De acordo com Bungey apud Souza (2010) os primeiros registros de utilização de propagação de ondas ultrassônicas, datam dos anos 40 nos Estados Unidos. O referido ensaio tem por finalidade detectar falhas internas do concreto devido a uma má concretagem, ou um concreto com agregados de má qualidade e até

uma cura inadequada, encontrar fissuras podendo até determinar suas dimensões e o mais importante à constatação do Fck do concreto executado [7,13]. A velocidade de propagação ultrassônica também é utilizado para avaliar danos a concretos atingidos por fogo, congelamento ou agentes químicos. Para facilitar o entendimento de como o concreto está relacionado com a velocidade de propagação ultrassônica, conforme Figueiredo [13] é importante observar que a velocidade da onda irá variar de acordo com o meio ao qual ela se propaga, sendo a velocidade nos sólidos maior que nos líquidos, que por sua vez, é maior que nos gases. Portanto quanto maior a velocidade da onda ultrassônica melhor é a qualidade do concreto, pois ele será mais denso, sem falhas. O QUADRO 1 apresenta uma classificação da qualidade do concreto de acordo com as diversas velocidades ultrassônicas.

Quadro 1: Classificação da qualidade do concreto em relação à velocidade de propagação ultrassônica.

Velocidade da onda ultrassônica (m/s)	Qualidade do concreto
V > 4500	Excelente
3500 < V < 4500	Ótimo
3000< V < 3500	Bom
2000 < V <3000	Regular
V < 2000	Ruim

Fonte: Whitehurt apud Figueiredo [13], Castro [7].

De acordo com a ABNT NBR 8802 [2], vale salientar que a velocidade de propagação de ondas ultrassônicas pode ser feita de três maneiras, transmissão direta, indireta e semidireta, de acordo com as FIGURAS 6-7.

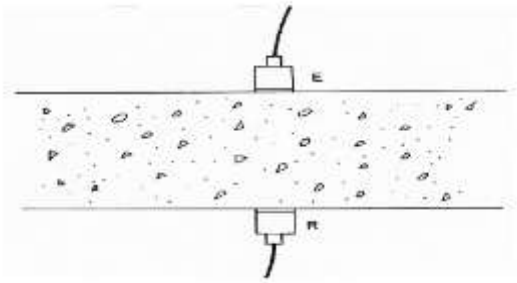

Figura 6: Transmissão Direta de Ondas Ultrassônicas.
Fonte: ABNT NBR 8802 [2].

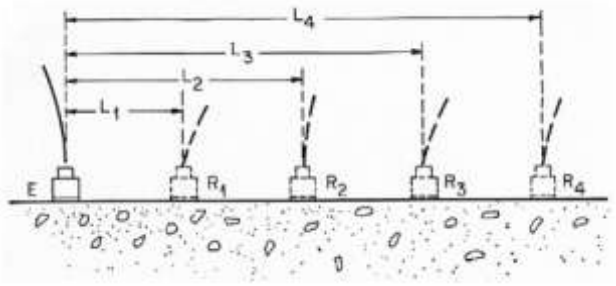

Figura 7: Transmissão Indireta de Ondas Ultrassônicas.
Fonte: ABNT NBR 8802 [2].

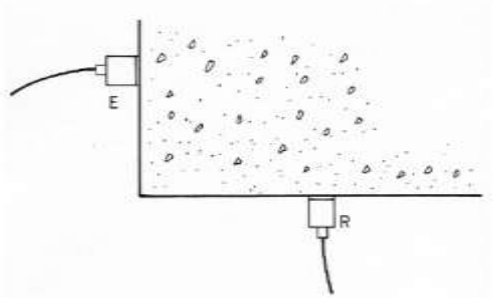

Figura 8: Transmissão Semidireta de Ondas Ultrassônicas.
Fonte: ABNT NBR 8802 [2].

Pode-se afirmar que a junção de um ou mais métodos de verificação do Fck *in loco*, é utilizada para aumentar o nível de precisão da constatação da resistência do concreto, verificar o atendimento ou não do que foi solicitado.

4. Visão local, pesquisa de campo descritiva em empresas na cidade de Mossoró-RN com relação aos ensaios praticados.

Essa pesquisa de campo teve como objetivo apresentar um quadro representativo das empresas de Mossoró-RN, que executam a rastreabilidade do

concreto e quais são os tipos de ensaio mais utilizado para a averiguação da resistência característica do concreto *in loco* na cidade em questão.

4.1 Coleta de dados

A coleta de dados foi realizada a partir de dez visitas, feitas a construções de dez diferentes empresas. As perguntas foram direcionadas aos responsáveis técnicos frente às obras, contidas em um questionário. A análise das respostas foi realizada a fim de organizar as informações sobre as atividades, que são indispensáveis para a conclusão dessa pesquisa.

Nas FIGURAS 9-11, tem descrito informações sobre uma amostragem, de um total de 105 empresas atualmente ativas, com obras em andamento na cidade segundo dados do Sindicato (SINTRACONM, 2014).

Este tópico foi feito não para saber a diferença entre os dois métodos, mas para quantificar as empresas que escolheram sua forma de produzir o concreto (FIGURA 9), ressaltando que, para cada uma dessas empresas os processos para fazer sua rastreabilidade são diferentes.

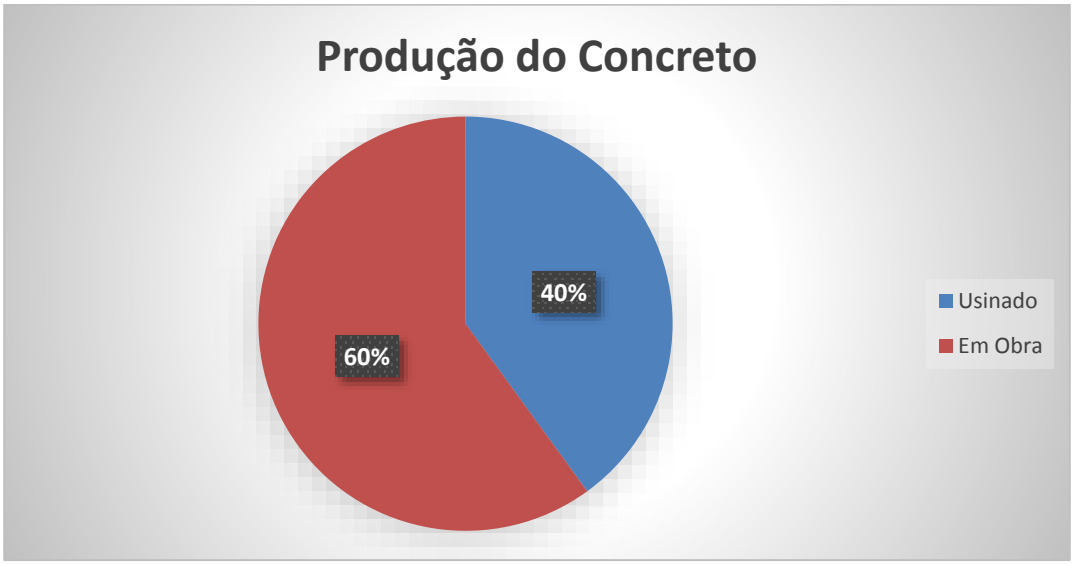

Figura 9: Gráfico da relação de como o concreto é produzido nas empresas entrevistadas

Como é normalizado, pode-se afirmar que 100% das empresas entrevistadas fazem o ensaio de rompimento de corpo de prova cilíndrico, porém, 70% fazem sua

rastreabilidade (FIGURA 10), independentemente do seu concreto ser usinado ou rodado em obra.

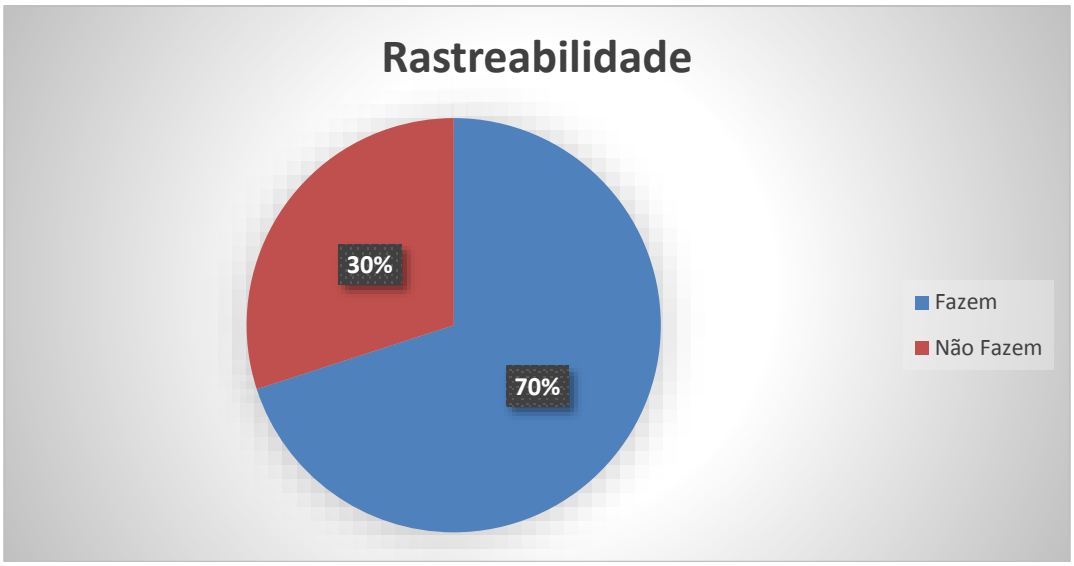

Figura 10: Gráfico da relação das empresas que fazem a rastreabilidade no concreto

Ao observar a FIIGURA 11 pode-se concluir que, apenas 40% das empresas entrevistadas utilizam ensaios complementares no concreto, mesmo assim, somente o aplicam em casos específicos, quando da ocorrência de alguma patologia no concreto ou quando a resistência no CP (Corpo de Prova) após seu rompimento não atende ao Fck especificado no projeto. Porém, dos métodos citados no desenvolvimento deste artigo, são utilizados por essas empresas apenas o ensaio de extração de testemunho e a Esclerometria.

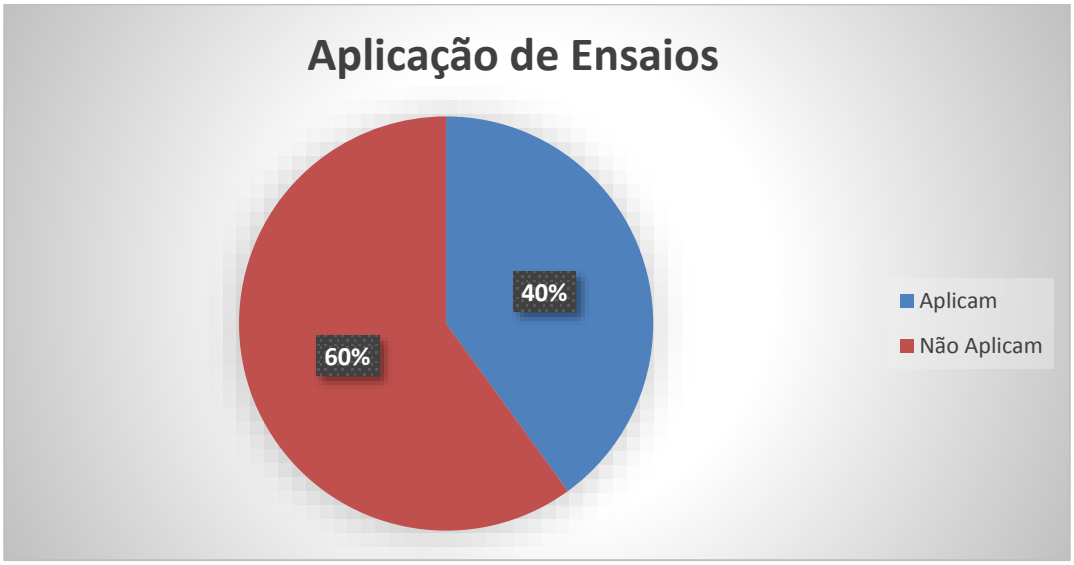

Figura 11: Gráfico da relação das empresas que usam ensaios complementares no concreto.

Na cidade de Mossoró não há empresas especializadas em fazer esses tipos de ensaios diferenciados no concreto, o que torna ainda mais inviável em relação ao custo, pois o mesmo vem a ser mais caro buscar de fora, que é o que acontece com algumas empresas entrevistadas, eles têm de contratar serviços terceirizados de Natal-RN. Entretanto, de acordo com as respostas obtidas, pode-se perceber que mesmo assim, parte dessas empresas trata o controle de qualidade do concreto com a devida importância, independente de o seu concreto ser usinado ou rodado em obra.

Como foi discutido ao longo desse trabalho é inviável a realização de apenas um tipo de método de ensaio para a determinação de sua resistência. No geral, fazem o ensaio de rompimento de CP's e adotam um programa de qualidade, enquanto outras obras combatem essa preocupação do Fck com a qualidade do concreto, apenas solicitando o mesmo com um Fck superior ao requisitado pelo projetista de estruturas.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa realizada possibilitou uma familiarização de algumas técnicas de controle de qualidade do concreto na engenharia civil. Para satisfazer este objetivo, optou-se por uma descrição sequencial dos componentes acima citados.

Em virtude dos fatos mencionados e de um universo pouco representativo para atender a finalidade deste trabalho, pode-se identificar a importância da constatação da qualidade do concreto, desde a sua chegada *in loco* realizando a rastreabilidade. Quanto à prática correta do método de ensaio, sendo ele destrutivo ou não, percebe-se que independentemente de um método ser mais prático, fácil de encontrar ou mais barato que o outro, não são fatores determinantes para sua escolha. A constatação do Fck em uma estrutura executada apenas deve ser confirmada com a utilização de um ensaio principal normatizado em conjunto de um ensaio complementar, dessa forma tendo mais fatores para serem analisados e discutidos a fim de se chegar a um ponto comum.

A falta de empresas especializadas em ensaios destrutivos ou não na região, infelizmente é uma grande desvantagem para as construtoras de Mossoró, pois assim dificulta muito para elas tomarem a iniciativa de começar um plano de controle de

qualidade de concreto mais eficaz, resultando erroneamente em manter apenas o simples ensaio do rompimento de corpo de prova cilíndrico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] NBR 7584. **Concreto endurecido – Avaliação da dureza superficial pelo esclerômetro de reflexão**. Rio de Janeiro, Brasil, 1995.

[2] NBR 8802. **Concreto Endurecido – Determinação da velocidade de propagação de onda ultrassônica**. Rio de Janeiro, Brasil, 1994.

[3] ABESC. Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Concretagem do Brasil. **Manual concreto dosado em central**. São Paulo, Abril, 2007. Disponível em: <www.abesc.org.br/pdf/manual.pdf>. Acessado em: 25 de outubro de 2014.

[4] ABNT. Brasileira de Normas Técnicas. **Concreto endurecido- avaliação da dureza superficial pelo esclerômetro de reflexão** – NBR 7584, Brasil, 2012.

[5] ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas - **Concreto- Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova**- NBR 5738, Brasil, 2008.

[7] CASTRO, E. **Estudo da resistência à compressão do concreto por meio de testemunhos de pequeno diâmetro e esclerometria**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Uberlândia, 2009.

[9] CARINO, N. J. Nondestructive testing of concrete: history and challenges. In: **Proc. V. Malhotra Symposium** (ACI SP-144). Detroit, U.S.A., 1994. p. 623-679.

[11] EVANGELISTA, A. C. J. **Avaliação da resistência do concreto usando diferentes ensaios não destrutivos**. 219p. Tese (Doutorado), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, 2002.

[12] FARIA, R. Concreto não conforme. **Revista Téchne** novembro, 2009. Disponível em: http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/152/artigo287700-2.aspx, p. 2. Acessado em: 17 de outubro de 2014.

[13] FIGUEIREDO, E. P. Inspeção e diagnostico de estruturas de concreto com problemas de resistência, fissuras e deformações. In: ISAIA, G. C. (Ed.). **Concreto. Ensino, pesquisa e realizações**. 2005, São Paulo: IBRACON, v.2, p. 985-1015.

[14] GONÇALVES, A. F. **Novos ensaios não destrutivos para a determinação da resistência do betão nas estruturas**. Lisboa, Portugal. Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 1986.

[15] GUZMÁM; BAUER; KRAUSS. **Estudo da resistência do concreto - comparação entre índice esclerométrico e resistência de testemunhos**. Abril, 2013. Disponível em: <http://materialsandmateriais.blogspot.com.br/2013/04/divulgacao-tecnica-at-03.html>. Acessado em: 25 de outubro de 2014.

[16] LIMA, F. B. **Produção e controle de qualidade do concreto**. Maceió, Brasil. Ed. Edufal. 2003

[17] MALHOTRA, V. M.; CARETTE, G. G. In situ testing for concrete strength. In: **Proc. Progress in Concrete Technology**, Ed. V. M. Malhotra, Quebec, Canada, 1980. p. 749-796.

[18] MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. **Concreto: microestrutura, propriedades e materiais**. 3.Ed. São Paulo, Brasil. IBRACON, 2008.

[19] NEVILLE, A. M. **Propriedades do Concreto**. Trad. Salvador e. Giammusso. 2.Ed. São Paulo, Brasil, PINI, 1997.

[20] ORLANDO, J. **Avaliação da resistência à compressão do concreto através de testemunhos extraídos: contribuição à estimativa do coeficiente de correção devido aos efeitos do broqueamento**. 82p. Dissertação (Mestrado), São Paulo, 2007.

[21] ÓN, M; BARBOSA, P; MEDEIROS, M; HELENE, P. Correlação entre resistência à compressão e ultrassom: influência da dosagem e da umidade. In: IBRACON 2004 - **Volume II - Construções em Concreto** - Trabalho CBC0101 - p. II.587 - II.596, 2004