
Estudo comparativo das técnicas não destrutivas de ultrassom e esclerometria na avaliação do desempenho mecânico de estruturas em concreto armado.

C.H. Carvalho¹, M.C.S.S. Macedo²; J.B. Severo Junior³; S.Griza⁴; C.E.C. de Andrade¹; A. A. dos Santos¹; L.S. Barreto⁵

1: Programa de Pós graduação em Ciência e Engenharia de Materiais, Universidade Federal de Sergipe, consvalho@bol.com.br

2: Programa de Pós graduação em Ciência e Engenharia de Materiais, Universidade Federal de Sergipe, michellecardinales@hotmail.com

3 : Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal de Sergipe, jbs_junior@hotmail.com

4: Programa de Pós graduação em Ciência e Engenharia de Materiais, Universidade Federal de Sergipe, griza@ufs.br

5: Programa de Pós graduação em Ciência e Engenharia de Materiais, Universidade Federal de Sergipe, ledjane@ufs.br

RESUMO

El objetivo de la investigación fue comparar las mediciones efectuadas en las estructuras de puentes de hormigón armado y las técnicas esclerométrica ultrasonora a través de análisis estadístico de la variabilidad de los errores experimentales. El estudio se realizó en cuatro puentes en la ciudad de Aracaju. Se establecieron los mismos diez puntos en las regiones predeterminadas de las partes estructurales para el ensayo y esclerométricos ultrasonoros. Inicialmente, una única medición para cada uno de los diez puntos. Posteriormente, diez y cinco mediciones en cada uno de los diez puntos se determina mediante ultrasonido y sclerometry respectivamente. Para la comparación estadística de los resultados entre las dos técnicas se ha hecho evidente que el ultrasonido tiene sclerometry fiabilidad para evaluar la calidad y resistencia del concreto. Y eso sclerometry sólo debe apegarse a la dureza de la superficie. Los resultados obtenidos en el campo no mostraron ninguna correlación entre el índice y la velocidad esclerométrica ultrasonora.

Palabra clave: Ultrasonido rebote martillo, el hormigón y el rendimiento mecánico.

ABSTRACT

The aim of the research was to compare measurements made in bridge structures in reinforced concrete and the techniques esclerométrica ultrasonora through statistical analysis of the variability of experimental errors. The study was conducted in four bridges in the city of Aracaju. We established the same ten points in regions of structural parts previously determined for tests and ultrasonoros esclerométricos. Initially, a single measurement for each of the ten points. Subsequently, ten and five measurements in each of the ten points determined by ultrasound and sclerometry respectively. For statistical comparisons of results between the two techniques has become evident that ultrasound has superior reliability sclerometry to evaluate the quality and strength of concrete. And that sclerometry should just stick to the surface hardness. The results obtained in the field showed no correlation between index and speed esclerométrica ultrasonora.

Keywords: ultrasonic pulse velocity, rebound hammer and concrete

1.INTRODUÇÃO

A durabilidade das estruturas de concreto armado no mundo moderno é sem dúvida um dos temas mais discutidos no momento pelos profissionais da área. Os trabalhos periciais em estruturas de concreto armado, por via de regra, primam pela inspeção visual embasadas na experiência profissional e eventualmente, duas técnicas são adicionadas: o ensaio destrutivo de extração de corpos de prova e o ensaio de esclerometria. Contudo, o cenário científico-tecnológico atual aponta para incorporação dos ensaios não destrutivos ENDs e já agrega o controle de qualidade durante o processo construtivo de novas obras como também a avaliação de vida útil remanescente em obras existentes. Eventos científicos têm acontecido sobre o tema do uso dos ENDs na construção civil particularmente sobre estruturas de concreto. Trabalhos e teses têm sido freqüentemente publicados enfatizando a importância imperiosa do uso dos ENDs na indústria da construção [1-2]. Além disso, os ENDs seguem agregados nas avaliações sistêmicas de garantia da qualidade para a vida útil projetada. Um sistema de alto nível para regular a segurança estrutural, durabilidade e desempenho da infraestrutura de cada país é algo emergencial. Segundo NAIERHOFER [3] vários pesquisadores vêm usando a técnica de ultrassom para a caracterização precoce do concreto em termos de maturidade e desempenho. Dentre os ensaios não destrutivos a técnica esclerométrica é usada há muito tempo na Engenharia Civil enquanto a técnica ultrassônica ainda é muito desconhecida no meio técnico profissional. Embora seja amplamente utilizada é importante ressaltar que a esclerometria permite inferir apenas na qualidade do concreto de forma superficial enquanto que o ultrassom tem a capacidade de penetrar na matriz do concreto e obter informações a respeito de falhas internas, que auxiliará em uma avaliação mais segura quanto às condições reais do sistema. Dentro desse contexto, a proposta deste trabalho é investigar a aplicabilidade do uso do ultrassom nas avaliações mecânicas e qualitativas dos concretos estruturais procurando correlacionar as velocidades de propagação das ondas ultrassônicas com os índices esclerométricos na avaliação da resistência a compressão. Para isto ensaios de esclerometria e ultrassom foram realizados em quatro pontes do Estado de Sergipe e os dados obtidos foram tratados estatisticamente.

2.METODOLOGIA

As medições em sistemas reais foram coletadas em pilares e/ou longarinas nas regiões estratégicas dos esforços internos solicitantes máximos de quatro pontes na cidade de Aracaju-SE. Os procedimentos dos ensaios seguiram as normas ABNT-NBR- 7584 [4] para dureza superficial (índice esclerométrico), ASTM C-597-02, NM 78:96 Norma Mercosul [5] e ABNT NBR 8802[6] para o ultrassom. Para o ensaio de esclerometria o equipamento usado foi da marca SilverSchmidt da Proceq. Todos os impactos foram horizontalmente perpendiculares às superfícies das faces das peças estruturais estudadas. Para as medidas com ultrassom o equipamento usado foi do tipo USLab com par de transdutores planos de 54 KHz. Os ensaios de ultrassom tiveram uma rotina de calibração a cada mudança de peça ensaiada. Antes do início dos ensaios foram feitas varreduras para localização de armaduras subjacentes aos locais que seriam testados visando-se evitar a influência das barras de aço embutidas nos concretos, para isto, um detector de armaduras manual da marca Proceq foi utilizado. A Figura 1 mostra a demarcação de uma malha retangular de dez pontos onde as medidas das velocidades de propagação da onda

Estudo comparativo das técnicas não destrutivas de ultrassom e esclerometria na avaliação do desempenho mecânico de estruturas em concreto armado.

XII Congreso Latinoamericano de Patología de la Construcción y XIV Congreso de Control de Calidad en la Construcción CONPAT-Colombia

ultrassônica foram obtidas de forma direta e os impactos esclerométricos realizados nesses mesmos dez pontos. Inicialmente, as medidas de ultrassom e esclerometria foram obtidas através de uma única medição em cada um dos dez pontos totalizando vinte medições conjuntas. Posteriormente, novas medições foram realizadas em cada um dos dez pontos de cada malha, porém com dez medições contínuas ultrassonoras seguidas das cinco medições contínuas com o esclerômetro, totalizando em cada malha dos dez pontos cento e cinquenta medições conjuntas.



Figura 1: Desenho da malha em longarina de ponte para medidas com ultrassom e esclerômetro.

Após a realização dos ensaios os dados obtidos foram analisados estaticamente conforme recomendado pela norma e através do teste T para a nova metodologia adotada. Os resultados e discussões serão apresentados a seguir.

3.RESULTADOS e DISCUSSÕES

3.1 Análise estatística comparativa dos resultados esclerométricos e ultrassonoros

Inicialmente, as medidas de esclerometria e ultrassom foram realizadas conforme metodologia sugerida pelas normas ASTM C-597-02, NM 78:96 Norma Mercosul e ABNT NBR 8802, respectivamente. Os resultados apresentados nas Figuras 2 (a) e (b) representam valores médios dos resultados de esclerometria e ultrassom para os pilares da Ponte 1. As demais pontes apresentaram comportamento similar, por esse motivo não serão aqui apresentados.

Após a realização das medidas, os resultados foram analisados levando apenas em consideração os valores médios dos dados obtidos nos pilares da ponte 1. Conforme pode ser observado nas Figuras 2 (a) e (b), que se referem aos resultados de esclerometria e ultrassom respectivamente, os pilares possuem diferentes índices esclerométricos e diferentes velocidades de ultrassom.

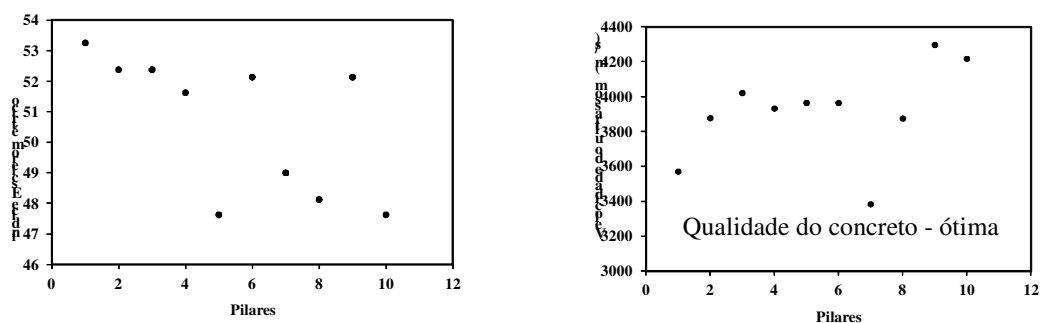


Figura 2: Valores médios da ponte 1: (a) dados de esclerometria e (b) dados de ultrassom com apenas uma única medição em cada ponto

C.H. Carvalho, M.C.S.S. Macedo; J.B. Severo Junior; S.Griza; C.E.C. de Andrade; A. A. dos Santos; L.S. Barreto

Cada um dos pontos marcados nas Figuras 2 (a) e (b) representa a média das dez medidas feitas com única medição para cada ponto da malha. Na Figura 2 a o ponto 2 representa a média aritmética dos dez pontos com uma única medição no pilar 2 apresentando valor de IE entre 52 e 53, e na Figura 2 b valor entre 3.800 a 4.000 m/s para o UT (ultrassom) no mesmo pilar.

Conforme ilustrado nas Figuras 2 (a) e (b), é possível observar que os pilares das pontes possuem diferentes valores de índices esclerométricos e de velocidades. Entretanto, sob a ótica do ultrassom, a qualidade do concreto se enquadra dentro do nível ótimo de acordo com os valores mostrados na Tabela 1 proposta por CÁNOVAS [7], observa-se que quase todas as velocidades estão acima dos 3.500 m/s.

Os índices esclerométricos apresentam valores significativos acima dos 47, qualificando os concretos, em termos de resistência mecânica, aceitáveis para o desempenho estrutural das obras d'arte. Desta forma, segundo as normas NBR 7584 [5] e NM 78:96 [5], que levam em consideração apenas o critério da média aritmética, tanto a qualidade de produção das estruturas como suas respectivas resistências, estão satisfatórias no aspecto da segurança estrutural.

Tabela 1: Correlação entre a velocidade de onda ultrassônica e a qualidade do concreto [7]

Velocidade da onda UT (m/s)	Qualidade do concreto
$V > 4.500$	Excelente
$3.500 < V < 4.500$	Ótimo
$3.000 < V < 3.500$	Bom
$2.000 < V < 3.000$	Regular
$V < 2.000$	Ruim

É importante ressaltar que a forma como essa avaliação é conduzida pode levar a conclusões equivocadas. Diagnosticar resultados analisando apenas valores médios requer muita cautela, pois a média não representa de modo geral nenhum resultado conclusivo.

As Figuras 3 (a) e (b) apresentam os valores médios de esclerometria e ultrassom com seus respectivos intervalos de confiança, isto é: com os erros experimentais da mesma ponte 1.

Pode-se observar através destas figuras as consequências que podem ocorrer ao analisar resultados baseando-se apenas em valores médios. A Figura 3 a mostra que os valores obtidos de esclerometria em cada pilar, com 95 % de confiança, são equivalentes, ou seja, são os mesmos. Comportamento semelhante ocorre para a maioria dos valores de velocidade dos pulsos ultrassônicos, como mostra a Figura 3 b. Com base na análise anterior (Figura 2 b) dos valores médios de velocidade dos pulsos, observou-se que a qualidade do concreto dos pilares foi enquadrada no nível ótimo, entretanto, os intervalos de confiança do pilar 1 e 7 da Figura 3 b apresentam valores que qualificam a qualidade do concreto em níveis que vão do ótimo ao regular.

XII Congreso Latinoamericano de Patología de la Construcción y XIV Congreso de Control de Calidad en la Construcción CONPAT-Colombia

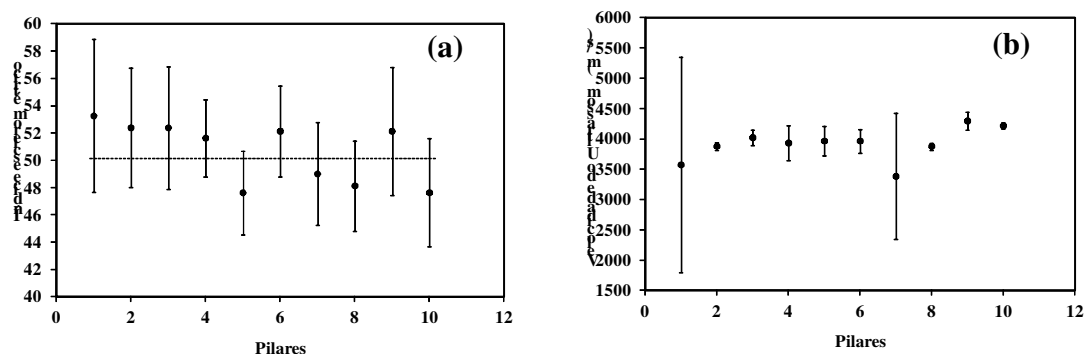


Figura 3: Valores médios e intervalos de confiança dos dados de esclerometria (a) e ultrassom (b) da ponte 1 com apenas uma única medição em cada ponto.

Essa variabilidade nos valores de velocidade e, consequentemente, nos níveis de qualidade do concreto, pode ser induzida pelos métodos de obtenção e tratamento dos dados. Por exemplo, o comportamento da variabilidade na velocidade do pulso observada na Figura 3b para o pilar 1, pode estar relacionado à heterogeneidade dos valores de velocidade obtidos nos diferentes pontos de amostragem do pilar. É importante ressaltar que para cada ponto do pilar foi realizado uma única medida, no entanto esse dado pode não ser representativo, pois a heterogeneidade do material possibilita mudanças nas direções de propagação das ondas ultrassônicas. Assim, ao somar todos esses valores supostamente "homogêneos" ocorre essa grande variabilidade.

Por outro lado, de acordo com a Figura 3a, todos os pilares apresentam praticamente o mesmo comportamento, pois se trata de uma técnica de avaliação apenas superficial, isto é, não influenciada pelos defeitos internos do concreto. Evidente, que se deve questionar o item das normas [4] e [5] que textualizam aplicar os resultados dos índices esclerométricos como representativos das resistências mecânicas de toda uma peça estrutural e não somente limitada a uma qualitativa dureza superficial. Ressalta-se que todas as medições levadas a efeito nessa fase foram efetuadas em consonância com os requisitos normativos das NBR 7584[5], NM 78:96 [5] e a NBR 8802[6]. Face à incompatibilidade da avaliação estrutural anterior demonstrada nas Figuras 2 e 3 da PONTE 1 e repetida nas demais pontes, novas medições foram realizadas.

As Figuras 4 – 7 mostram os valores obtidos nos pilares e longarinas para as quatro pontes, agora considerando 10 medidas em cada ponto para o ultrassom e 5 medidas em cada mesmo ponto para a esclerometria, e não somente uma única medição em cada ponto como recomenda as normas [4] e [5]. É Evidente que cinco medidas de esclerometria em cada ponto da amostra contrariam a norma NBR 7584 no subitem 5. 4.5 que determina: *"não é permitido realizar mais do que um impacto sobre o mesmo ponto. Quando isto ocorrer, o valor obtido não deve ser considerado no cálculo dos resultados"*. Entretanto, nos estudos de caso, foram realizadas centenas de ensaios com cinco impactos no mesmo ponto nesta segunda fase de avaliação estatística de novos resultados. As peças analisadas, pilares e longarinas, eram extremamente rígidas diante da energia de percussão do martelo de impacto e evitavam fenômenos de ressonância, vibração ou dissipação de energia. As superfícies dos concretos ensaiados possuíam mais de trinta anos e os testes de carbonatação foram realizados. Após cada impacto se analisava a marca deixada no ponto da superfície a procura de quebras ou fissuras superficiais conforme o subitem 5.6.5 da NM 78:96. Os cinco valores obtidos em cada ponto nas centenas de medições não mostraram qualquer tendência de erro sistemático.

As Figuras 4 a 7 mostram os valores obtidos por esclerometria e ultrassom nas quatro pontes com o novo número de medições em cada ponto. No que diz respeito aos dados de erros experimentais obtidos com a esclerometria, cada figura representa apenas um pilar ou uma longarina, diferente das Figuras 2 e 3 que representavam todos os pilares. Agora possuímos a variabilidade dos erros experimentais para cada pilar. Praticamente, os pontos de amostragem de cada pilar para as quatro pontes apresentaram valores equivalentes em relação á média. Significa que os vários pontos de amostragem apresentam homogeneidade formando um sistema de propriedades equivalentes com 95% de confiança, isto é: as cinco medições esclerométricas em cada ponto através da consideração da variabilidade dos erros experimentais distribuíram as influências dos defeitos internos naquele ponto tornando um conjunto de medições homogêneas.

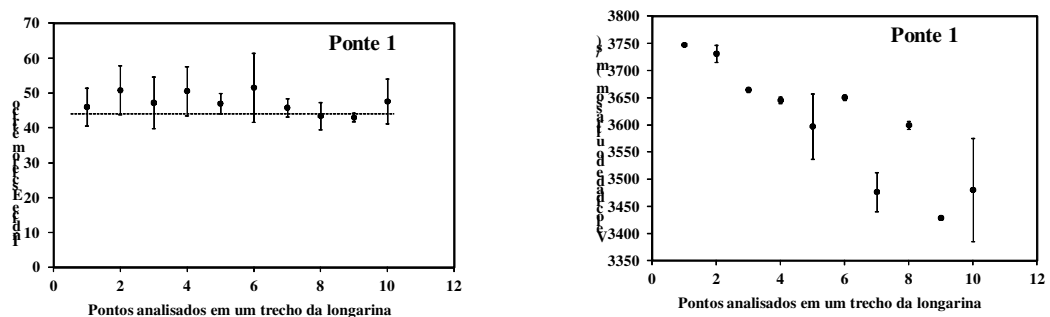


Figura 4: Resultados de esclerometria (a) e ultrassom (b) para a ponte 1

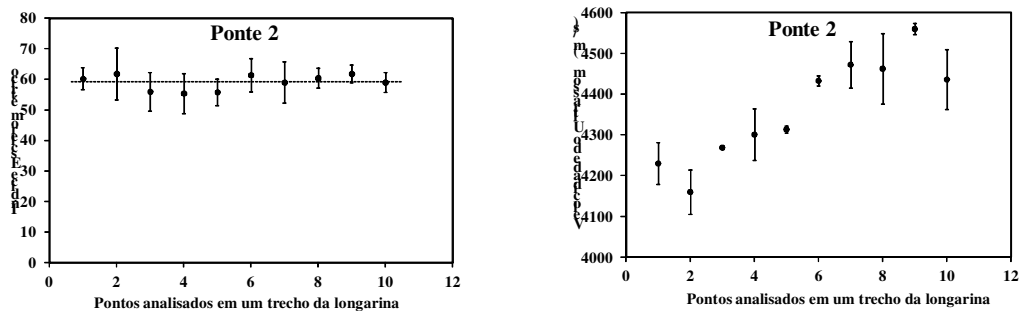


Figura 5: Resultados de esclerometria (a) e ultrassom (b) para a ponte 2

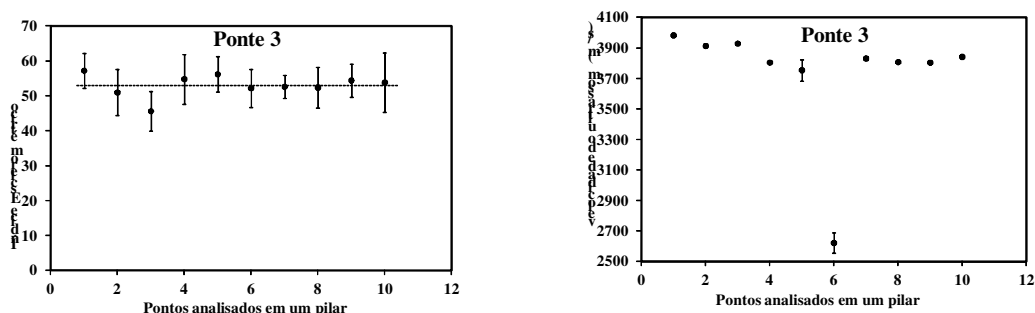


Figura 6: Resultados de esclerometria (a) e ultrassom (b) para a ponte 3

Estudo comparativo das técnicas não destrutivas de ultrassom e esclerometria na avaliação do desempenho mecânico de estruturas em concreto armado.

XII Congresso Latinoamericano de Patología de la Construcción y XIV Congreso de Control de Calidad en la Construcción CONPAT-Colombia

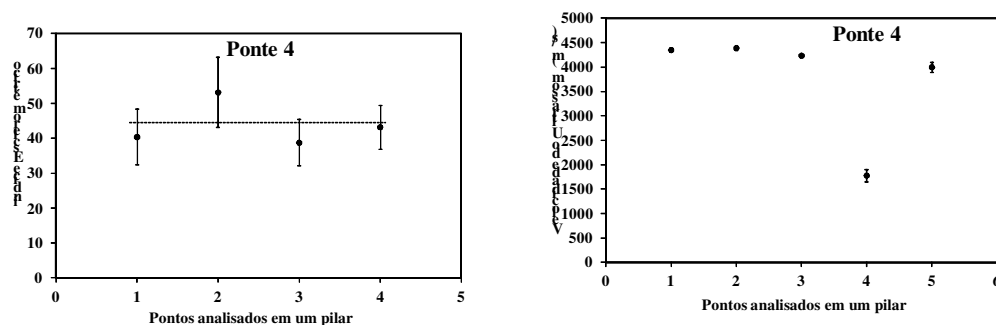


Figura 7: Resultados de esclerometria (a) e ultrassom (b) para a ponte 4

Entretanto, a conclusão esclerométrica anterior não é verdadeira para os concretos das quatro pontes, pois os resultados obtidos com a metodologia de dez medições ultrassônicas para cada ponto amostral apresentam comportamento divergente salientando que as peças estruturais não apresentam propriedades homogêneas. Isto é, a distribuição dos erros experimentais nos dá uma dicotomia na exegese tecnológica: pela esclerometria, os concretos estão perfeitos, homogêneos, com desempenho satisfatório à segurança estrutural e satisfatória qualidade construtiva, corroborando as aplicações do esclerômetro constantes do Anexo A da norma NM 78:96 [5]. A avaliação conclusiva seria pela aceitação estrutural sem intervenções. Porém, pela ultrassonografia, possuímos concretos com qualidade variável de regular a ótima e variabilidade acentuada dos intervalos de confiança em torno das médias, isto é: concretos com locais insatisfatórios do ponto de vista construtivo do composto estrutural diante dos defeitos internos, possivelmente vazios, trincas, etc. Esses defeitos são potencializadores de caminhos para a despassivação das armaduras, portanto, de qualidade estrutural não tão aceitável quanto aquela inferida pela esclerometria. Possivelmente, seriam locais onde se demandariam serviços de recuperação tal como injeção de resina epóxi para o preenchimento dessas patologias internas.

As análises feitas pelas duas técnicas refletem conclusões diferentes, pois a esclerometria conseguiu inferir apenas na qualidade do concreto de forma superficial enquanto que o ultrassom tem a capacidade de penetrar na matriz do concreto e obter informações a respeito de falhas internas, que auxiliará em uma avaliação mais segura quanto às condições reais do sistema na avaliação da vida útil colimada.

Outro aspecto em relação à técnica de ultrassom é o coeficiente de variação, que é uma razão entre o desvio padrão e a média. Para a técnica de ultrassom os valores obtidos nos vários pontos de amostragem não ultrapassaram 2%, enquanto na esclerometria os valores oscilaram entre 2 e 20 %. Essa maior variabilidade da medida quando comparada a técnica de ultrassom indica que a técnica de esclerometria pode não fornecer resultados confiáveis e por esse motivo a interpretação dos mesmos deve ser extremamente criteriosa.

Com o ultrassom pode-se observar nas Figuras 4 – 7 b valores de média diferentes e um comportamento de erros experimentais não uniformes. Esse comportamento não uniforme dos erros, isto é, dos intervalos de confiança da média, provavelmente está relacionado a caminhos preferenciais das ondas ultrassônicas face defeitos internos dos concretos. A técnica confirma a heterogeneidade dos concretos. Enfim, desde que tenhamos as curvas de correlações entre as velocidades e as resistências mecânicas, a técnica do ultrassom permite uma boa avaliação

qualitativa mecânica bem como a detecção de possíveis defeitos internos com precisão necessária a um trabalho pericial criterioso.

3.2 Investigações da existência de correlações entre velocidades do ultrassom e índices esclerométricos.

A Figura 8 mostra as distribuições dos pontos representativos das médias resultantes das medições com o ultrassom e o esclerômetro nas quatro pontes investigadas. ALMEIDA [8] estudou correlações entre resistências mecânicas de concreto de alto desempenho com ultrassom e esclerometria. Através das curvas de correlações existentes entre cada uma das técnicas, de per si, e as respectivas resistências mecânicas, usando análise de variância de regressão foi possível obter a seguinte correlação:

$$IE = 0,2719.e^{1,0551V}$$

Onde:

IE = índice esclerométrico;

V = velocidade ultrassônica.

MOHAMMED e col [9] também usaram regressão linear e encontra uma equação de correlação das resistências mecânicas com UV ou IE sem uma correlação direta. Os estudos foram efetuados em concretos especiais usando fragmentos de pneus com agregados, modelo obtido é apresentado abaixo:

$$FCU = ae^{bUT \text{ ou } IE}$$

onde:

FCU = resistência á compressão;

a e b = parâmetros que dependem das propriedades dos materiais;

UT = medição dos pulsos;

IE = índices esclerométricos.

DOMINGO e col [10], também não conseguiram estabelecer um modelo direto entre IE e UT, porém obtiveram equações relacionando resistências á tração na flexão e resistência á compressão de concretos convencionais com os valores de UT e IE, conforme equações:

$$\text{Log Tração na Flexão} = 2.509(\text{Log RN}) - 3.865(\text{Log UPV}) + 11.01.$$

$$\text{Log Resistência á compressão} = 1.056(\text{Log RN}) + 1.633(\text{Log UPV}) - 6.097.$$

SHARIATI e col [11] determinaram um modelo matemático através de regressão múltipla também não relacionando diretamente as duas técnicas. O modelo calculado foi: $fc(V) = -173.04 + 4.07V^2 + 57.96V + 1.31R$

Estudo comparativo das técnicas não destrutivas de ultrassom e esclerometria na avaliação do desempenho mecânico de estruturas em concreto armado.

XII Congresso Latinoamericano de Patología de la Construcción y XIV Congreso de Control de Calidad en la Construcción CONPAT-Colombia

onde f_c = resistência á compressão; V = ultrassom e R = índice esclerométrico.

As distribuições ilustradas no presente trabalho, diferentemente dos trabalhos anteriores, impossibilitam construir um modelo capaz de correlacionar as duas técnicas apreciadas no sistema de pontes estudadas. É importante ressaltar que os modelos já propostos na literatura se referem a casos específicos e em condições de controle laboratorial, medidas diretas em sistemas reais não foram pesquisadas pelos autores.

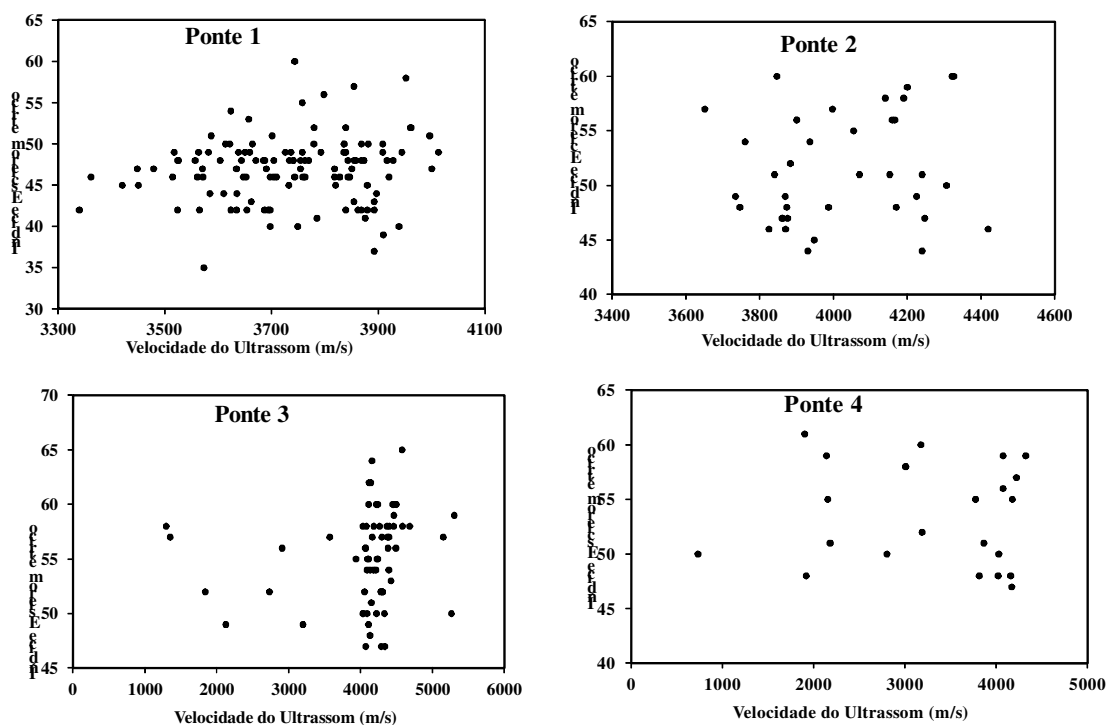


Figura 8: Inexistência da possibilidade de correlações entre velocidades do ultrassom e índices esclerométricos: (a) Ponte 1; (b) Ponte 2; (c) Ponte 3 e (d) Ponte 4.

4. CONCLUSÕES

- Não foi possível estabelecer correlações entre os índices esclerométricos e as velocidades do ultrassom nos concretos convencionais em um sistema real.
- Não se devem analisar resultados experimentais das medidas de esclerometria somente pelas médias. É necessário incorporar a análise dos intervalos de confiança da média para minimizar erros de medida e na interpretação dos resultados.
- O ultrassom apresenta um nível de confiabilidade superior na identificação de heterogeneidade nas estruturas de concreto frente á técnica da esclerometria.

- Itens das normas de dureza superficial NBR 7584 e correlata NM 78:96 necessitam de novas reflexões, sobretudo nas avaliações pelas médias aritméticas dos resultados e as aplicações dos esclerômetros.
- O uso da técnica esclerométrica deve se restringir, efetiva e tão somente, nas análises das características superficiais do concreto. Os resultados obtidos indicam que não é confiável se estimar as propriedades mecânicas das peças estruturais como um todo.

5.REFERÊNCIAS

- [1] Segovia, M. et al.(2007), Aplicación de ensayos no destrutivos en la evaluación de estructuras de hormigón armado afectadas por corrosión, *IV Conferência Panamericana de END. AAENDE*, Buenos Aires.
- [2] SAhamitmongkol, R. et al. (2007), *Utilization of ultrasonic wave reflection technique to detect corrosion of rebar in concrete*, Journal of Institute of Industrial Science 59, pp. 279-282.
- [3] Naierhofer, M. (2006). *Non-destructive testing of concrete material properties and concrete structures*. Cement & Concrete Composites 28, pp. 297-298.
- [4] Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, NBR 7584. Avaliação da dureza superficial.
- [5] Comité Mercosur de Normalizacion - NM 78:96. Hormigón endurecido- Evaluación de La dureza superficial mediante el esclerómetro de resorte.
- [6] Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT NBR 8802/94 Concreto endurecido: Determinação da velocidade de propagação de onda ultrassônica. Rio de Janeiro, 8 p.
- [7] CÁNOVAS, M.F. (1998). Patologia e Terapia do Concreto Armado. Editora PINI, São Paulo, 522 p.
- [8] ALMEIDA, I. R. (1993). *Emprego do esclerômetro e do ultrassom para efeito de avaliação qualitativa dos concretos de alto desempenho*. Tese Concurso Professor Titular, Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- [9] MOHAMMED, B.S et al (2011). *Evaluation of rubbercrete based on ultrasonic pulse velocity and rebound hammer tests*. Construction and Building Materials 25, pp. 1388–1397.
- [10] DOMINGO, R. et al (2011). *Correlation Between Concrete Strength and Combined Nondestructive Tests for Concrete Using High-Early Strength Cement*. Scientific Research and Essays 6, pp. 213-220.
- [11] SHARIATI, M. et al. (2010), *Assessing the strength of reinforced concrete structures through Ultrasonic Pulse Velocity and Schmidt Rebound Hammer tests*. Department of Civil Engineering, University of Malaya, Kuala Lumpur, Malaysia.