

## MAPEAMENTO DE RUÍDOS EM CANTEIRO DE OBRA: UM ESTUDO DE CASO PARA AMBIENTE DE OBRA VERTICAL

Jonathas Barbosa de Araújo Freitas<sup>1</sup>, Andersonn Magalhães de Oliveira<sup>2</sup>, Phablo Costa da Nóbrega Benício<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Eng° Civil, Discente Pós-Graduação Engenharia Civil, UFPE, Recife-PE, jonathasfreitas77@gmail.com

<sup>2</sup> Eng° Civil, Discente Pós-Graduação Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, UFPE, Recife-PE, amagalhaes.eng@gmail.com

<sup>3</sup> Geotecnólogo, Discente Pós-Graduação Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, UFPE, Recife-PE, phablo.benicio@gmail.com

**RESUMO:** Tendo em vista a importância do setor de construção civil para a conjuntura economia nacional, propõe-se um estudo do ruído ambiental presente nos canteiros de obras, objetivando mapear a estimativa de propagação do ruído produzido por equipamento eletromecânico utilizado no setor. A coleta foi realizada utilizando o decibelímetro e se fez medições à distâncias predefinidas a partir do equipamento eletromecânico que esteve em utilização no canteiro de obra. A pesquisa foi realizada em ambiente de canteiro de obra e se estendeu até pontos em que o ruído produzido pelo equipamento fosse perceptível. Para o mapeamento da área se utilizou do interpolador geoestatístico do tipo *krigagem*. Espera-se com este trabalho determinar a propagação do ruído no ambiente construtivo e em suas vizinhanças e compará-la com os níveis de ruído previstos pelas normas nacionais e internacionais de referencia, propondo desta forma medidas de controle que possam preservar a segurança e a integridade dos trabalhadores e o conforto da população que vive nas vizinhanças de obras de construção civil.

**PALAVRAS-CHAVE:** Segurança do Trabalho, Ruído Ambiental, Construção Civil.

**INTRODUÇÃO:** As atividades desenvolvidas na Indústria da Construção Civil têm em seu dia-a-dia o ruído como parte integrada ao setor. Embora as máquinas e equipamentos tornem o ambiente de trabalho mais funcional, de acordo com Maia (2001) na construção civil o uso delas têm tornado o ambiente dos trabalhadores mais ruidosas. Em consequência, se tem gerado perdas auditivas e outras sequelas em um número cada vez maior aos trabalhadores. Almeida (2008) e Arezes (2002) ressaltam que a segurança no trabalho está relacionada à integridade física, mental e emocional do ser humano, em situação laboral, e é alcançada por meio de: realização da avaliação do risco ambiental e/ou ocupacional, identificação dos perigos, consideração das relações entre homem e máquina, e entre homem e o ambiente. Segundo Cavalcanti (2011), acima de 75 dB (A), começa a acontecer o desconforto acústico, ou seja, para qualquer situação ou atividade, o ruído passa a ser um agente de desconforto. Nessas condições há uma perda da inteligibilidade da linguagem, a comunicação fica prejudicada, passando a ocorrer distrações, irritabilidade e diminuição da produtividade no trabalho. Acima de 80 dB (A), as pessoas mais sensíveis podem sofrer perda de audição, o que se generaliza para níveis acima de 85 dB (A). O objetivo do estudo é mapear a estimativa de propagação do ruído emitido por máquinas e equipamentos utilizadas na construção civil para a gestão do agente físico ruído com embasamento na escolha de equipamentos de proteção individual e/ou coletivo e arranjo físico das fontes emissoras, e então propor medidas de controle que permitam a gestão de SST (Segurança e Saúde do Trabalho) adequado no que se refere ao ruído em canteiro de obras por parte das construtoras.

**MATERIAL E MÉTODOS:** De acordo com Miguel (2007), a Segurança como sinônimo de Prevenção de Acidentes evoluiu de uma forma crescente, englobando um numero cada vez maior de fatores e atividades, desde as primeiras ações de reparação de danos (lesões) até um conceito mais amplo onde se buscou a prevenção de todas as situações geradoras de efeitos indesejados para o trabalho. A Legislação da previdência social define o acidente do trabalho como no artigo n° 139, do Decreto no 611:1992, conforme apresentado a seguir:

*Art. 139 – Acidente de trabalho é o que ocorre pelo exercício do trabalho a serviço da empresa, ou ainda pelo exercício do trabalho*

*dos segurados especiais, provocando lesão corporal ou perturbação funcional que cause morte, a perda ou a redução da capacidade para o trabalho permanente ou temporária.*

Segundo Saliba (2009), o nível de intensidade sonora, também expresso em dB, é igual a  $NIS = 10 \log I / I_0$ , onde  $I$  = a intensidade sonora em um ponto específico e a quantidade média de energia sonora transmitida por meio de uma unidade de área perpendicular à direção de propagação do som. O nível de intensidade sonora expresso em dB é igual a  $I_0$  = Intensidade de referência igual a  $1 / 10^{12}$  watt/m<sup>2</sup>. De acordo com Bistafa (2006), o nível sonoro de uma fonte pontual sofre redução de 6 dB quando a distância fonte-receptor é duplicada, havendo uma queda de 20 dB quando essa distância é aumentada por um fator 10. O item 15.1.5 da NR- 15 da Portaria n. 3.214 estabelece que para a avaliação de nível sonora devem-se considerar além do critério de referência os limites de tolerância para ruídos contínuos ou intermitentes de 85 dB para trabalhadores em jornada de trabalho de 8 horas e com limiar de integração ou nível de ação a 80dB(A). O incremento de duplicação de dose ( $q=5$ ) é o incremento de dose utilizado pela NR- 15 para avaliar a pressão acústica em função do nível e do tempo de exposição ao ruído. Com a aplicação desse incremento de dose a cada aumento de 5 dB(A) o tempo máximo diário de exposição reduz-se à metade, como se pode observar na Tabela 1.

Tabela 1 – Limite de tolerância ao ruído contínuo e intermitente de acordo com a NR 15 (BRASIL, 2011)

<b>NÍVEL DE RUÍDO dB (A)</b>	<b>MÁXIMA EXPOSIÇÃO DIÁRIA PERMISSÍVEL</b>
85	08 horas
90	04 horas
95	02 horas
100	01 hora
105	30 minutos
110	15 minutos
115	07 minutos

A NR- 15, Anexo 1, estabelece que os níveis de ruído contínuo ou intermitente devem ser medidos em decibéis (dB), com o instrumento de nível de pressão sonora operando no circuito de compensação “A” e no circuito de resposta lenta. Com esse instrumento (decibelímetro), obtêm-se os níveis de ruído, visando a obter a dose de ruído ou efeito combinado de acordo com o item 6, Anexo 1, da NR- 15. Esse instrumento deve medir, pelo menos, os circuitos de compensação A e C. Com base em Saliba (2009), em primeiro lugar, deve-se estudar o fluxo do processo produtivo da empresa ou setor analisado, de forma que se identifiquem os locais onde há exposição ao ruído, fontes de ruído, turnos de trabalho, duração da jornada, dentre outros. Segundo Miguel (2007), o ruído não apenas lesa o sistema auditivo, mas também causa diversos problemas às funções orgânicas do ser humano. Assim, contribui para distúrbios gastrointestinais e distúrbios relacionados com o sistema nervoso central. Um ruído súbito e intenso acelera o pulso, eleva a pressão arterial, contrai os vasos sanguíneos e os músculos do estômago. Tendo em vista os riscos relacionados ao ruído nas construções de edifícios verticais e o incômodo causado pela sua propagação na vizinhança, escolheu-se neste estudo avaliar e mapear o ruído proveniente de equipamentos eletromecânicos fixos utilizados em obras de construção de edificações verticais. Então, foi selecionado um canteiro de obras na fase de estrutura. O critério de seleção dos equipamentos utilizados na obra foi dado pelas fontes ruidosas que são fixas. Tendo isto como base, foram mensurados os níveis da betoneira na obra. Para a medição dos níveis de pressão sonora emitido pela máquina, foi utilizado um decibelímetro modelo 2900 (QUEST) com calibrador acústico, sendo estabelecida a fonte ruidosa como origem de uma malha de pontos representada a partir da construção do layout da respectiva obra. Posteriormente à coleta de ruído, foram baixados os dados do decibelímetro no computador através do *software* do equipamento e foram analisados os

resultados encontrados. A partir do resultado das medições dos eixos, usou-se o software Quantum GIS para a geração do produto dos níveis isoaudíveis. Conforme Yamamoto & Landim (2013) o processo de *Krigagem* é a estimativa de valores de variáveis distribuída espacialmente, tendo por fundamento os valores adjacentes quando que pela análise variográfica sejam considerados interdependentes. Pelo processo de *Krigagem* a avaliação espacial é na forma de (1), sendo  $Z(x_0)$  igual a (2), onde  $\lambda_i$  são os ponderadores de *Krigagem* definidos dinamicamente pelos variogramas experimentais, dado pelo gráfico  $\gamma(h)$  versus  $h$ , sendo  $\gamma(h)$  a semivariância estimada por (3),  $n$  o número de pares de pontos,  $z(x_i)$  os pontos amostrais, e  $h$  a distância entre os pares de pontos.

$$Z(x_0) = m(x_0) + z(x_0) \quad (1)$$

$$z(x_0) = \sum_{i=1}^n \lambda_i \cdot z(x_i) \quad (2)$$

$$\gamma(h) = \left(\frac{1}{2n}\right) \sum \{z(x_i) - z(x_i + h)\}^2 \quad (3)$$

Feito isso, se entende que das amostras extraídas foi estimada a aproximação do verdadeiro comportamento da população, e por sua vez eficiente para o processo.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** A obra visitada é localizada numa região residencial do bairro da Madalena, Recife-PE. O *layout* do canteiro de obras está representado na Figura 1. A medição em cada eixo foi feita começando a 1 metro de distância da máquina e continuava de metro em metro se afastando da fonte de ruído até que o ruído detectado pelo decibelímetro fosse abaixo de 80 dB. A duração de cada medição girava em torno de 5 minutos, pois se percebeu que as oscilações não eram bruscas, fruto do ruído contínuo. Utilizando-se o Programa *Quantum GIS*, com a aplicação do interpolador do tipo *Krigagem*, pode-se observar o comportamento do ruído causado por esta betoneira de acordo com a Figura 2. Primeiramente e mais evidente, ficou claro que as barreiras formadas pelo depósito de areia e pelo equipamento guincho foram bastante responsáveis pela diminuição do ruído observado no lado esquerdo da Figura 2. Outro ponto importante é que essas barreiras não causavam os efeitos da reflexão, ou seja, a pressão sonora, além de não passar com a mesma facilidade era retida por esses obstáculos. Outra barreira presente na obra foi um cavalete onde estavam colocadas algumas placas de madeira e que sua ação mitigadora na propagação do ruído é observada na Figura 2. Pode-se notar que as paredes presentes, tanto na parte superior e direita quanto na parte esquerda da Figura 2, após a passagem das barreiras depósito de areia e guincho, contribuem de forma significativa para que o ruído se acumule próximo a ela, fenômeno conhecido como reflexão. Em outros pontos, apesar do ruído não aumentar próximo da parede, diminuiu de forma bem menor do que o esperado se não houvesse a obstrução.

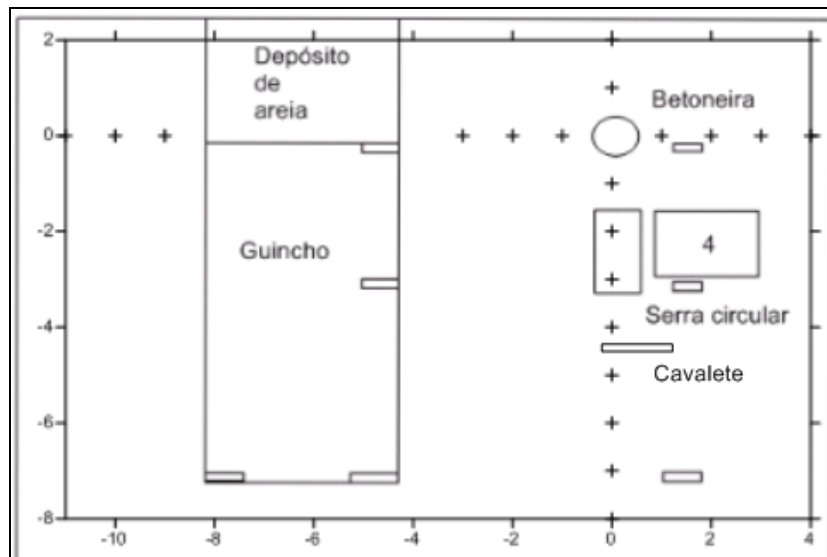


Figura 1 – *Layout* do canteiro com os pontos medidos da betoneira, unidade em metros.

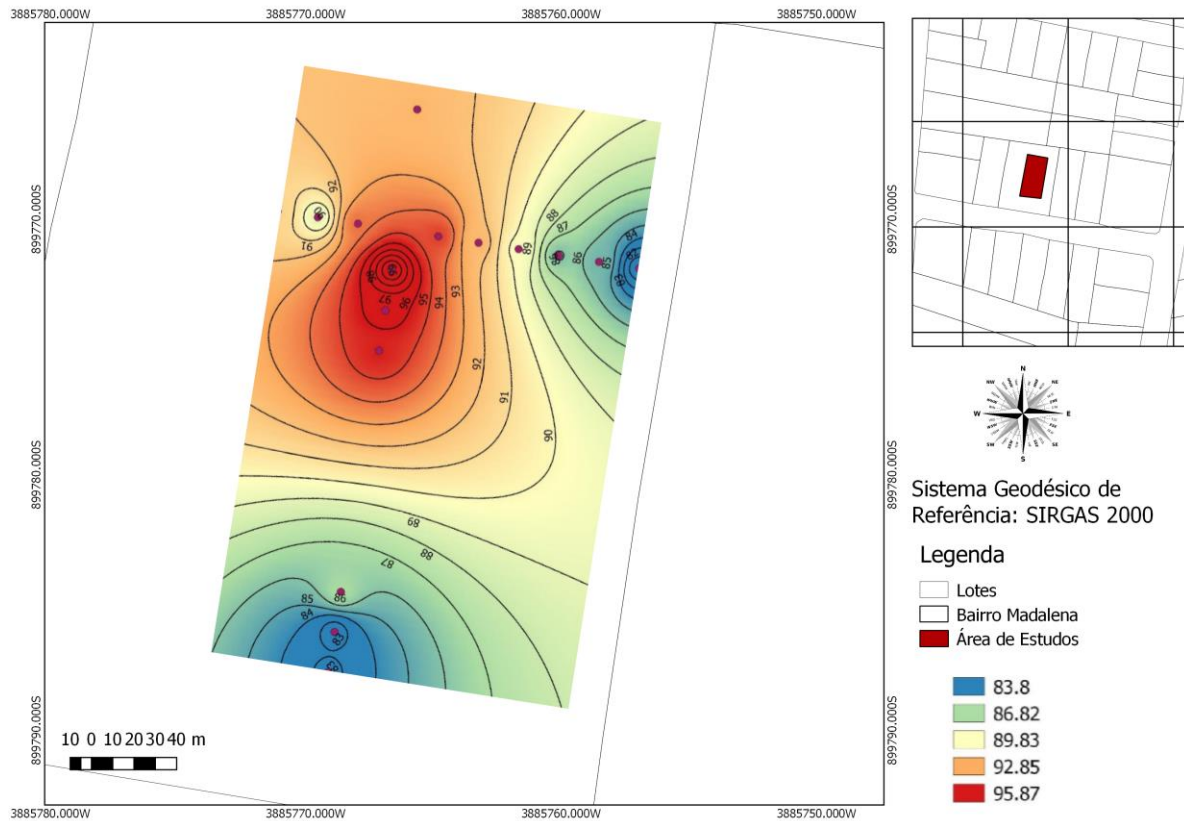


Figura 2 – Produto dos ruídos em decibéis com os pontos da coleta das informações no canteiro de obra, gerado após a realização do geoprocessamento do tipo *Krigagem*.

**CONCLUSÕES:** De acordo com os dados apresentados, foi verificado que o ruído diminuía à medida que se distanciava da fonte. Porém, observado que próximo a algum obstáculo como uma parede, o nível de ruído aumentava ou não diminuía na mesma intensidade, resultado da reflexão causado pela mesma. Em contrapartida, alguns obstáculos como o depósito de areia ou o depósito de garfos não refletiam o ruído e ainda serviam de barreira para que a pressão sonora não se propagasse com a mesma eficiência. Recomenda-se ainda que se verifique a propagação vertical dos ruídos em canteiros de obras, visto que esta análise não foi contemplada neste trabalho. As visitas realizadas ao local foram importantes para o entendimento do ambiente, das atividades, do ruído presente e equipamentos utilizados no canteiro de obra, e que tem sido fundamental para a compreensão de como métodos podem ser utilizados para melhorar a acústica do canteiro de obras. Este trabalho se conteve apenas no mapeamento da estimativa da propagação do ruído em um canteiro de obra e mostrou o cenário apresentado pelo presente resultado, o que revela que há métodos de mitigação dos níveis de ruído que não precisam necessariamente ser usados diretamente no trabalhador, como o caso dos EPI's. Mas há sim, formas de melhorar a propagação da pressão sonora de forma indireta o que pode ser estudado em trabalhos futuros.

#### REFERÊNCIAS:

- ALMEIDA, Aline Pinto de; BARROS Fábio R. V. **Psicologia na Engenharia de Segurança e Comunicação e Treinamento**. Notas de aula. Curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho. Recife: UPE, 2008.
- AREZES. Pedro Miguel Ferreira Martins. **Percepção do Risco de Exposição Ocupacional ao Ruído**. Guimarães. Tese de Doutorado da Escola de Engenharia da Universidade do Minho, 2002
- BISTAFA, Sylvio R., **Acústica Aplicada Ao Controle Do Ruído**. Editora: Edgard Blücher. 1ª edição, 2006.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Normas Regulamentadoras de Segurança e Medicina do Trabalho. NR – Normas Regulamentadoras.** Disponível em: <http://www.mte.gov.br>. Acesso em: 01 abr. 2011b.

CAVALCANTI, Melquíades Dias. **Avaliação da propagação do Ruído gerado na construção civil – estudo da betoneira e da serra circular.** Monografia apresentada ao programa de Pós- Graduação em Engenharia da Universidade de Pernambuco. Recife, 2011.

MAIA, Paulo A. **Estimativa de exposições não contínuas a ruído: Desenvolvimento de um método e validação na Construção Civil.** Tese de doutorado em Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2001.

MIGUEL, Alberto Sérgio S. R.; **Manual de Higiene e Segurança do Trabalho;** Porto Editora, 2007.

SALIBA, Tuffi Messias. **Manual Prático de Avaliação e Controle do Ruído - PPRA.** 5ª ed. São Paulo: LTr, 2009.

YAMAMOTO, J. K; LANDIM, P. M. B. **Geoestatística. Conceitos e Aplicações.** 1ª edição. Oficina de Textos. São Paulo, 2013.