

AVALIAÇÃO DO ABALO NAS EDIFICAÇÕES VIZINHAS DEVIDO A CRAVAÇÃO DE ESTACAS PRÉ MOLDADAS – ESTUDO DE CASO EM SINOP MT

JOHAN GABRIEL G. BARBON¹
KELVIM ANTÔNIO F. DE MIRANDA ²

RESUMO: O considerável aumento de construções de edifícios verticais, juntamente com suas fundações profundas, podem ser a causa de possíveis patologias nas edificações limítrofes. A cravação de estacas gera no solo a dissipação de grande frequência de ondas de impacto e podem gerar patologias/desconforto aos moradores vizinhos. Atualmente, essa teoria de dissipação gera muita dúvida, e o presente trabalho veio analisar com um estudo de caso, se a cravação de estacas pode ou não causar problemas nas edificações vizinhas. Foi analisado um canteiro em Sinop – MT, visando analisar uma edificação vizinha a uma obra de um edifício vertical, que apresentou inúmeras patologias após a conclusão do estaqueamento. Por fim, não foi possível concluir com precisão a causa das patologias, porém, apenas uma edificação apresentou tais manifestações, e a mesma se mostrou muito deficiente em seu modelo construtivo.

Palavras-chave: Patologia, Fundações, Estacas pré-moldadas.

EVALUATION OF SHOCK IN NEIGHBORING BUILDINGS DUE TO PRE-MOLDED PILES DRILLING - CASE STUDY IN SINOP MT

ABSTRACT: The considerable increase in the construction of vertical buildings, together with their deep foundations, may be the cause of possible pathologies in neighboring buildings. The driving of piles generates a high frequency dissipation of impact waves in the soil and can cause pathologies / discomfort to neighboring residents. Currently, this dissipation theory generates a lot of doubt, and the present work came to analyze with a case study, whether pile driving can cause problems in neighboring buildings or not. A case study was analyzed in Sinop - MT, aiming to analyze a building next to a work in a vertical building, which presented numerous pathologies after the completion of the piling. Finally, it was not possible to accurately conclude the cause of the pathologies, however, only one building presented such manifestations, and it was very deficient in its construction model.

Keywords: Pathology, Foundations, Precast piles.

¹ Johan Gabriel G. Barbon. Acadêmico de Graduação, Curso de Engenharia Civil, UNIFASIPE Centro Universitário, R. Carine, 11, Res. Florença, Sinop - MT. CEP: 78550-000. Endereço eletrônico: johan.cleidel@hotmail.com;

² Kelvim Antônio F de Miranda Professor, Curso de Engenharia Civil, e Segurança no trabalho & eletrotécnico UNIFASIPE Centro Universitário, R. Carine, 11, Res. Florença, Sinop - MT. CEP: 78550-000. Endereço eletrônico: kelvimafmiranda@hotmail.com.

1. INTRODUÇÃO

Na fase da execução de uma obra compreende a concepção, do projeto, a construção, manutenção e o zelo de todos os tipos de infraestruturas ou estruturas necessárias para o bem-estar das pessoas envolvidas, seja elas moradores ou em fase de construção e desenvolvimento da sociedade. Foi com os recursos adquiridos com os conhecimentos da engenharia civil que projetamos e construímos nossas residências, comércios, indústrias, impulsionando o crescimento e o avanço da população. Devido aos crescentes desafios socioambientais encontrados hoje por todo o planeta, cada vez mais são necessários profissionais de engenharia bem qualificados, para proporcionar uma execução sem grandes danos ao meio ambiente.

Ao que diz respeito a este trabalho, ressalta a aplicação de estacas pré-moldadas a uma fundação profunda, executada para dar suporte a um edifício com seis pavimentos, construído com alvenaria convencional.

Para a escolha da metodologia a ser adotada para a fundação, foi realizado um estudo de consistência e composição do solo, por se tratar de uma obra onde o lençol freático é consideravelmente raso, a resistência do solo se apresenta baixa, necessitando aplicação de fundação profunda. Economicamente a cravação de estacas para a nossa região acaba se tornando mais viável, por termos a disponibilidade de equipamento local, e de elementos pré-moldados na cidade de Sinop MT.

Em terrenos onde o solo é pouco consistente as estacas pré-moldadas tem vantagem sobre as estacas perfuradas, pois estas estacas perfuradas exigem um controle tecnológico maior, e seu consumo e custo acaba sendo alto. Por conta destes fatores, e sua grande capacidade de carga, as estacas pré-moldadas se mantêm em forte produção e demanda nas execuções dos empreendimentos locais. Pelo fato de existir uma escassez de empresas que disponibilizam equipamentos que executam o método de fundações profundas em nossa região, o mais comum no mercado é o método de cravação de estacas pré-moldadas.

O problema surge quando esta prática se aplica em regiões urbanizadas, com proximidades de residências e edificações vizinhas, devido a propagação das ondas de tensão provenientes da cravação. É possível o surgimento de fissuras, recalques nas edificações que se encontram nas proximidades de onde está sendo a cravação de estacas.

As perguntas a serem abordadas, são: A execução de estacas cravadas pode gerar distúrbios/ patologias nas edificações vizinhas? Todos os tipos de edificações são afetados? Como tomar as devidas precauções para não ocorrer estas aparições? E em sua ocorrência, quais medidas as serem tomada?

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aplicação da metodologia de cravação de estaca pré-moldadas

Falar sobre cravação de estacas no solo, é falar sobre fenômeno da propagação de ondas de tensão, como já descrito este fenômeno em vários estudos, pesquisas e trabalhos, pois o mesmo ganhou impulso quando foi mostrado o seu método de cálculo a partir das publicações dos trabalhos clássicos de SMITH (1960), onde ele revela um algoritmo para solução numérica da equação da onda por diferenças finitas e proposto. O autor então propôs um modelo onde diz respeito ao martelo e o capacete, por se tratarem de ser objetos curtos, pesados e de rigidez considerável, são analisados e simulados por pesos individuais sem elasticidade considerável.

O coxim e o cepo são representados na literatura por molas sem peso, assim podendo ter ou não um comportamento elástico. O modelo encontra-se no exemplo na **Figura 1**.

SMITH (1960) também propôs um modelo simples que é a representação da resistência R_d (*Resistencia de cravação*) no processo de cravação de uma estaca. Nesse modelo, é representada uma mola na qual oferece a resistência estática ao sistema o deixando proporcional, por isso o deslocamento, e a dinâmica é dada pelo amortecedor, que é proporcional à velocidade de deslocamento. Assim podemos ver que a resistência que é apresentada a este solo à penetração da estaca, tanto pelo atrito lateral como pela ponta, possui uma componente dinâmica e estática. $R_d = K \cdot w + J \cdot v$

Onde K = constante da mola

w = deslocamento em certa seção da estaca

J = coeficiente de amortecimento do solo

v = a velocidade em certa seção da estaca

Ou seja: $K \cdot w$ são a parcela estática da reação mobilizada e $J \cdot v$ são a parcela não estática, por isso, esta parte estática da reação do solo RE é admitida como elasto-plástica, sendo que o diagrama de cravação é mostrado como na Figura 2, onde Q (quake) define o deslocamento no qual a resistência R_u é atingida. Hiller e Crabb (1998 apud DECKNER, 2013), admite em sua versão que o valor de “ v ”, em solos com resistência inferior a 2%, com uma porcentagem relativa a resistência encontrada nos ensaios de sondagem.

Se tratando deste sistema em prática, na hora da execução em determinadas particularidades, que a resistência estática que a estaca apresenta no processo cravação pode não ser equivalente à capacidade de carga estática por conta de alterações que ocorrem após a cravação, seja por rompimento de cabeça do elemento, nega na decida do elemento ao solo, reforço do elemento, etc.

Attewell e Farmer (1973) nos diz que as perdas de energia por amortecimento do material são desprezíveis em comparação com o amortecimento geométrico, levando em consideração alguns tipos de solos avaliados em seu estudo. E que a seguinte apresentado o modelo, atribuindo $k=1$, se relacionaram muito bem com os resultados obtidos em campo.

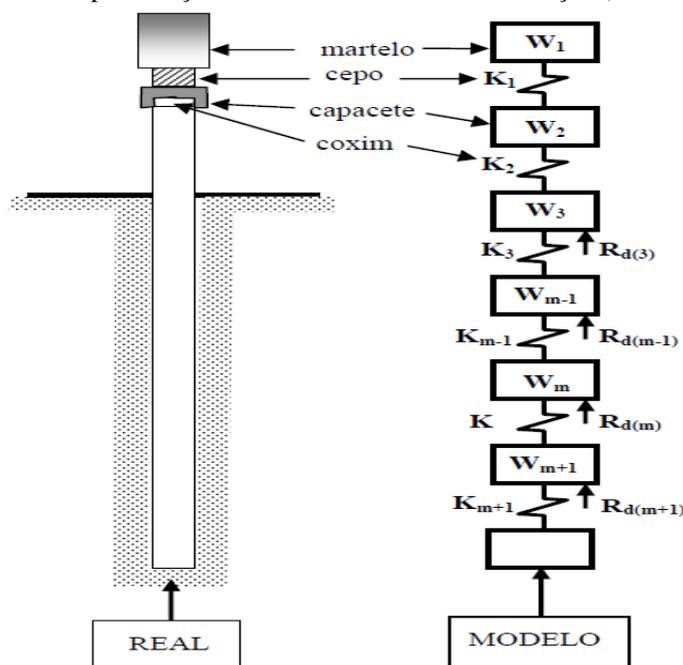
Porém quando este mesmo cálculo é levado em consideração para execução em solo com os parâmetros de Sinop, adotamos o $K=0,25$, como mostrado na Tabela 1 a seguir.

A tabela 1 exemplifica os vários estudos que se sucederam na tentativa de determinar os valores adequados para os parâmetros “ k ” e “ x ”.

Tabela 1: Parâmetros de estudos para solos, resistência de “K”

Estudo	X	Parâmetros	
		K	
Attewell e Farmer (1973)	1	1,5	
Whyley e Sarsby (1992)	1	0,25 (solo mole ou fofo)	
		0,75 (solo compacto e meio rígido) 1,5 (solo rígido)	
Attewell, Selby e O’Donnell (1992)	0,87	0,76	
Hiller e Crabb (1998 apud DECKNER, 2013)		3 (solo compacto e meio rígido)	

Fonte: Attewell e Farmer (1973)

Figura 1 – Representação da estaca e do sistema de cravação (SMITH, 1960)

Fonte: SMITH (1960)

O martelo (W_1), é um elemento de execução do equipamento bate estaca, trata-se de uma peça de metal maciço com massa específico, que ao se içado a uma altura específica, é solto em queda livre para que o peso de massa juntamente com a aceleração da gravidade entre em colisão com o elemento que está sendo cravado. Representado na figura 2, o martelo possui a massa específica de 2120kg, podendo atingir W_0 (impacto resultante na ponta da estaca), de aproximadamente 1.039,56J, resultado este que será calculado posteriormente.

Adotando para uso de cálculo os parâmetros do solo da cidade de Sinop, caracteriza-se como (solo mole ou fofo), foi realizado cálculo de R_d , utilizando dados comparativos de valores,

Figura 2: Martelo utilizado em cravações de elementos pré-moldados



Fonte: Própria (março de 2020)

O cepo (K1), retratado na figura 3, trata-se de um elemento cujo objetivo de sua utilização, é o amortecimento da força de impacto do martelo sobre o capacete do elemento a ser cravado. Este cepo geralmente utilizando elementos com uma rigidez elevada, porém não fixa. Pois sua massa precisa sofrer deformações com o impacto sem que ocorra o rompimento do elemento, portanto, os mais utilizados em execuções são cepos de madeira macia, como champanhe, para um bom amortecimento sem a precisão de trocas de cepo frequentes.

Figura 3: Cepo de madeira (K1)



Fonte: Própria (março de 2020)

O Capacete (K2), como mostrado na figura 04, é o elemento do equipamento de cravação, instalado sobre a cabeça do elemento a ser cravado, sua função é manter o elemento em estado estático, firmemente perpendicular ao ponto de cravação e evitar para que nas oscilações das marteladas, o elemento não saia do prumo. Geralmente, esta peça é constituída de aço, moldado com dimensões que atendem os elementos estruturais que são vendidos, e executados nas regiões onde atuam, por isso, esta peça pode sofrer variações de medidas e formatos para melhor atendimento de sua demanda.

Figura 4: Capacete do equipamento bate estaca (K2)



Fonte: Própria (março de 2020)

2.2 Oscilações do Solo e seu comportamento

Ao cravar um elemento estrutural ao solo, é fato que ocorrerá as vibrações, este fenômeno é um movimento oscilatório que pode ser descrito usando o deslocamento, velocidade ou aceleração da energia de dissipação do golpe do martelo ao elemento que está sendo cravado. (DECKNER, 2013).

Diversos equipamentos como vibradores, bombas, compressores, rolo compactadores, possuem movimentos que causam vibrações em intervalos de tempo em um período de tempo, de angulação e frequência constante, este tipo de movimentação chamamos de oscilações harmônicas ou periódicas. No entanto quando o assunto é a cravação de estacas, estas vibrações acabam por causar desconfortos aos moradores vizinhos a uma obra que recebe a execução por meio destas abordagens. Quando estas oscilações são provenientes da cravação, elas geram uma onda de que efetua a transmissão de movimento entre as partículas viajando por uma velocidade até sua dissipação no espaço ao infinito, seguindo esta linha de raciocínio, existem meios que impeçam esta propagação ao infinito (NORDAL, 2009).

Woods (1997) e Kramer (1996), em seus estudos explicam os tipos e onde que ocorrem no meio elástico, agrupados em dois grupos, *bodywaves* ou *surfacewaves*.

As *bodywaves* - ondas de corpo – Viajam dentro de um corpo se subdividindo em: ondas primárias de compensação, que possuem movimentação paralela a direção de propagação.

As *surface waves* – ondas de superfície – São corpos semi infinito de plano livre. Que interagem entre as ondas de propagação e os materiais, tendo dois tipos comuns: as ondas com

movimentos de partículas elipsoidais se dividindo em: ondas com movimentos de partículas elipsoidais e ondas com movimentos semelhantes à de uma cobra. (KRAMER, 1996).

2.3 Transmissão de energia de um bate estaca ao solo

Durante o processo de cravação, o martelo ao entrar em choque com a estaca gera uma onda de compressão no qual, parte desta energia retorna ao interior da estaca, e parte é transferida ao solo. Logo, a energia induzida na cabeça da estaca é principalmente dividida em energia utilizada para penetração da estaca, ao solo que por sua vez recebe a energia refletida de volta até à estaca e energia transmitida ao solo (SELBY,1991), neste processo, deve superar a resistência ou a impedância do solo. Isso nos diz que, essa força que o martelo exerce na estaca, precisa ser superior a resistência a penetração da mesma. Essa resistência é transformada em energia, que se dissipa e causa desconforto.

O bate-estaca estudado possui um martelo comum (2520 tf) “toneladas força”, – equipamento utilizado nesse estudo de caso, a cada golpe, gera vibrações que se dissipam, até o próximo golpe, e de acordo com Ziyazov et al. (1976), as vibrações por golpe não podem exceder 1,5 segundos - 3 períodos, ou seja, a cada três marteladas, não pode ter um intervalo maior que 1,5 segundos, não sendo suficientes para atingir a ressonância de edifícios e estruturas. Sendo classificadas como vibrações intermitentes, ou seja, não maléficas para as estruturas próximas, pois dá origem a vibrações transitórias com tempo suficiente entre cada golpe para amplitude decair para um nível insignificante (DECKNER, 2013).

2.4 Vibrações nas estruturas

De acordo com Brito (2014), a vibração induzida nas edificações é inversamente proporcional à velocidade de propagação da energia vibratória no solo. Isto quer dizer que em solos mais rígidos, a velocidade de propagação da energia vibratória é maior, a rigidez das partículas conduz e transmite a onda de maneira mais eficiente que um solo menos resistente, reduzindo a transmissão para as fundações e estruturas da edificação. Podemos nos deparar com diferentes tipos de patologias, entre elas: trinca, fissura, fenda, rachadura, exposição abatimento de piso, corrosão de armadura, desagregação do concreto danos no revestimento, esquadrias danificadas, eflorescência, umidade etc.

As patologias mais comuns aparentam à formação de fissuras e trincas, onde a diferença entre elas está relacionada com aparição das aberturas de cada uma. De acordo com a NORMA DE VISTORIA CAUTELAR- IBAPE-MG (2014, p.11) as fissuras possuem uma abertura de até 0,50 mm e as trincas acima de 0,50 até 1,00 mm.

De acordo com o estudo de Karantoni e Bouckovalas (1997), em casas de alvenaria, os danos gerados pela vibração são mais sistemáticos que em edifícios de concreto, complementando que os números de pavimentos também influenciam no processo. Pois patologias manifestadas nestes tipos de construção são mais visíveis e tendem a aparecer com mais facilidade, pelo fato da resistência dos materiais ser menor contra a vibração exercida.

Ainda, Thomaz (2002) diz que, a ocorrência de fissuras e trincas por consequência de recalques na edificação é resultado das interações entre as estruturas e o solo de suporte. Existe várias causas possíveis para este fenômeno, por exemplo, com o rebaixamento de lençol freático, variação de umidade do solo e/ou influência de fundações vizinhas, através da sobreposição dos bulbos de tensão.

2.5 Vibrações ao Solo

(DECKNER, 2013), Além da característica do solo, a resposta da estrutura frente à vibração está ligada ao tipo de fundação, à qualidade e idade da edificação, ao estado de conservação do imóvel e suas frequências naturais e de amortecimento (British, 2009) apontam os índices das vibrações que geram danos nas estruturas, geralmente estão entre uma velocidade de 50 a 100 mm/s. inclusive, raramente, velocidades menores que 2 mm/s pode acarretar a aparição de patologias a estrutura de um edifício ou residência. Além da incomodidade ao ser humano, as vibrações causadas por diversas fontes no meio urbano podem prejudicar desde equipamentos sensíveis, como hospitalares, até causar danos estruturais às edificações (BRITO, 2014). Em modo executivo, danos em edifícios ou residências podem ser caracterizados como danos superficiais, com fissuras menores que 1 milímetro de espessura no reboco, classificados como danos de pequena monta com o aparecimento de trincas e quedas de revestimentos, podendo também ter a possibilidade de danos de grande monta, como trincas em elementos estruturais, tipo lajes, vigas e pilares.

De acordo com Thomaz (2002), a ocorrência de fissuras e trincas também pode decorrer de movimentações térmicas, atuação de sobrecargas e/ou recalques. De acordo com Sampaio (2010), as fissuras e trincas também podem ser causadas por recalque diferenciado apresentando-se habitualmente de forma inclinada ou vertical próximas ao pavimento térreo da construção. Assim como podem ocorrer nos pavimentos superiores e serem mais acentuadas dependendo do tipo de construção e das fundações.

3. MÉTODOS

3.1 Dados da obra

A obra em específico de um edifício de grande porte constituído de térreo, mais cinco pavimentos, execução em alvenaria convencional, localizado no bairro Belo horizonte em um terreno com aproximadamente 600m², com suas projeções mostradas na figura 5 a seguir, na rua projetada 04, quadra 33, no município de Sinop MT. Este edifício está sendo executado pela empresa e construtora Anassil Empreendimentos, com o intuito de promover a valorização das regiões mais afastadas e novos bairros na cidade de Sinop.

A fundação em específica deste edifício, precisou tomar precauções por se tratar de uma execução na qual existe a ocorrência de imóveis vizinhos, que por sua vez, podem ocorrer ou aparentar incômodos, de acordo com a tratativa da execução da cravação das estacas em suas proximidades. Após a finalização da fase de cravação, inicia a fase de escavação dos blocos de coroamento das estacas.

Antes do início da obra, a empresa responsável pela construção do edifício, realiza uma vistoria cautelar nas edificações vizinhas, visando conscientizar os moradores dos possíveis contratempos devido a obra, e, realizar uma inspeção nos imóveis, para que possa ser realizado um laudo de vistoria, onde avalia-se as patologias encontradas nas edificações, visando amparar tanto o morador da residência, quanto a empresa que irá construir ao lado, pois se por ventura, ocorrer manifestações patológicas, e por constatado que esta patologia é proveniente do processo de construção da empresa, o morador pode recorrer à empresa responsável para tomar as devidas precauções para a manutenção desta patologia, o mesmo que se for constatado que a patologia já é existente, mesmo antes do início da construção, e o morador por acaso achar que é proveniente da construção na proximidades de sua residência, no relatório constará, que esta patologia já era existente, respaldando assim tanto a construtora, quanto o morador em suas respectivas circunstância.

Figura 5: Demarcação da localidade da obra – Bairro Belo Horizonte Sinop MT

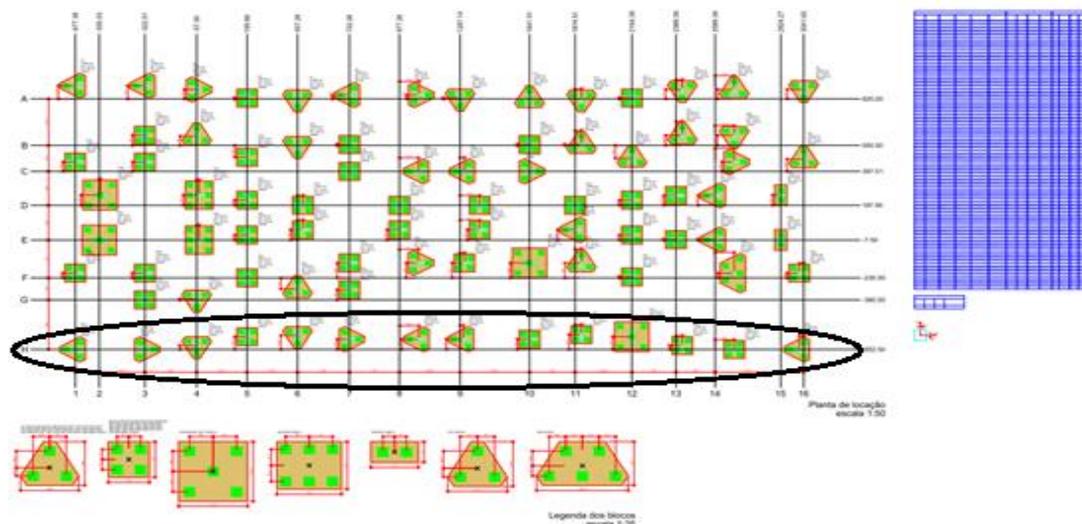


Fonte (Google Maps novembro 2020)

3.2 Projeto

Na fase de execução da cravação das estacas para a fundação, o projeto a ser analisado é o de locação dos blocos e quantidades de estacas no canteiro. Este projeto é um dos complementares estruturais disponibilizado pelo engenheiro projetista responsável. Juntamente a este projeto, é disponibilizado uma tabela de cargas de cada pilar que o bloco estrutural suportará. Além de nos mostrar a legenda e a localização de cada bloco, esta tabela é de suma importância pois é ela que garantirá o respaldo de qualquer dúvida perante a resistência de carga de cada estaca cravada, mostrada na figura 6.

Figura 6 - Projeto de locação dos blocos de coroamento e quantitativo de estacas



Fonte: Arquivos fundações – Proeng Projetos e Engenharia 2020.

De acordo com a composição dos blocos do projeto, os blocos que ficaram na linha “H” circulado na imagem, são os blocos que em teoria, causariam maior abalo no solo, distribuindo uma energia maior as edificações vizinhas, já que são blocos que ficam nas proximidades da divisa. O bloco mais próximo as edificações vizinhas se encontram em uma distância de aproximadamente 5 metros do muro de divisa da residência vizinha, no qual foram cravados 3 elementos de 20 metros cada. Este foi o período de maior abalo nas edificações, no qual foi possível averiguar o comportamento das estruturas vizinhas, e acompanhar sua evolução.

3.3 Tipo de fundação escolhida

Foram escolhidas estacas protendidas de concreto, com sessão de 23x23cm, são elementos com comprimentos lineares variados, podendo ter de 6 a 10 metros de comprimento, como mostrada na figura 7 a seguir, quando combinados, podem obter variações em seu comprimento. Ao todo, foram cravados aproximadamente 3.366 metros lineares de estacas, tendo aproximadamente 5 meses de duração, com constantes vibrações no solo diariamente. É de grande importância ressaltar que as estacas devem ser retilíneas com o seu raio de curvatura menor que 1,5 cm, devem ser isentas de fissuras e danos, e que, no processo de cravação as estacas não podem apresentar deslocamentos de posição de seu eixo com relação à locação do próprio estaqueamento ser superior a 60 mm, em qualquer direção.

Figura 7: Estacas protendidas sendo distribuídas no canteiro de obras – Sinop MT



Fonte (própria, março 2020)

3.4 Cálculo da energia do martelo

Neste cálculo, podemos admitir que a energia do martelo possa chegar a 4 tf, ou seja, de massa aproximadamente igual a 2120 kg e uma altura de queda de aproximadamente 50 cm. Logo, obtemos o seguinte resultado:

$$W_0 = 9807 \text{mh}$$

$$W_0 = 9807 * 0,2120 * 0,50 \rightarrow W_0 = 1.039,56 \text{ J}$$

Podemos concluir, portanto que a cada martelada, é descarregada uma energia de 1.039,56J “Joules” na cabeça do elemento, que se dispersa a um raio de 9,807m/h (metros/hora). Se levarmos em consideração que um elemento de aproximadamente 20 metros leva em média de 990 marteladas, para o solo de Sinop conseguindo obter uma resistência de cravação esperada, temos então um resultado de 1.029,14J por elemento.

3.5 Resultados cálculo de Resistencia do elemento cravado ao Solo “RD”

Como mencionado anteriormente os dados de escolha para cálculo do Rd, foi admitido a resistência de “K” igual a 0,25 (solo mole ou fofo), como mostrado na Tabela 1. A tabela 2 a seguir nos mostra um parâmetro de resultado de acordo com a equação de Rd, os resultados esperados para diferentes tipos de solo, incluindo o solo usado neste estudo.

Tabela 2: Resultado de Resistencia de Elemento cravado ao solo “RD”

Estaca Protendida	1,5 (para $r > 0,5$ m) 0,2*
Estaca Protendida	0,5 (solo-mole)
Estaca Protendida	0,75 (solo rígido)
Estaca Protendida	1,0 (solo muito rígido)
Estaca Protendida	0,5 (solo mole, solo granular fofo, solo orgânico)
Estaca Protendida	0,75 (solo rígido, solo granular mediamente compactado)
Estaca Protendida	1,0 (solo muito rígido, solo granular compactado, rocha)

4 Resultados e Discussões

4.1 Análise das patologias encontradas

Ao decorrer da cravação dos elementos mais próximos as divisas das residências vizinhas, foi constatado em conversação pelos moradores as aparições de patologias, que de acordo com eles, seria resultado do abalo do solo, proveniente das oscilações de energia do bate estaca.

Figura 8: Localização da residência avaliada



Fonte: Google Maps (11/2020)

Após uma perícia realizada nas residências, foi constatado o aumento de fissurações pré-existentes nas residências, e devido a vibração gerada, também foi relatado as aparições de novas fissurações, com angulação igual ou aproximada a 90° (graus), e abertura de fissuração de aproximadamente 02mm, como mostra as figuras 8, 9 e 10 a seguir. As residências em questão, trata-se de uma obra de pequeno porte, executada em alvenaria e concreto armado, sem reforços existentes no muro de divisa e recalque secundário existente na parte inferior do terreno.

Estas aparições de fissuras foram relatadas após a cravação de um elemento de 20 metros lineares com aproximação de 5 metros em relação a face externa do muro de divisa da residência. Após a perícia, foi realizada um relatório fotográfico das patologias, para comprovar a aparição das fissurações que foram provenientes das atividades construtivas, para que a empresa responsável possa tomar as medidas necessárias para o reparo e manutenção das mesmas.

Figura 9: Levantamento na Casa n°01, Sra. Flávia Ribeiro. Fissuras e Rachaduras em Paredes



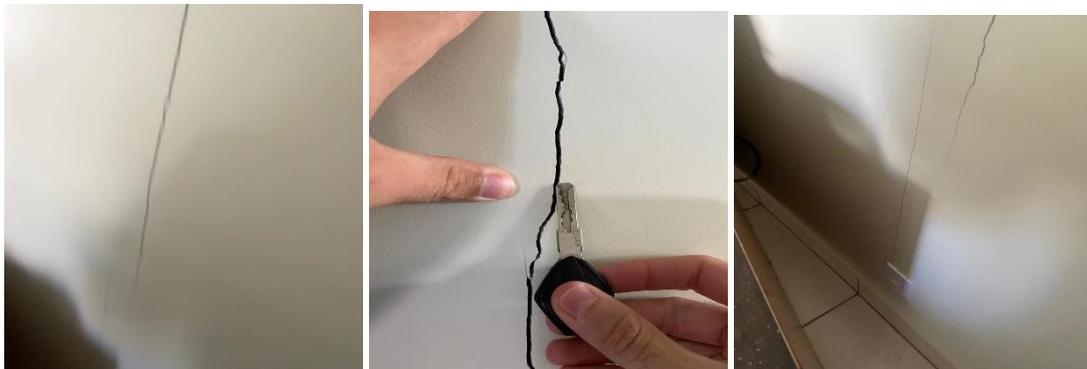
Fonte: Própria – Galeria de fotos pessoal

Figura 10: Levantamento na Casa n°02, Sr.ª Márcio Silva. Fissuras e Rachaduras em Paredes, internas, externas, muro de divisa



Fonte: Própria – Galeria de fotos pessoal

Figura 11: Levantamento na Casa n°03, Sra. Izáura de Souza. Fissuras e Rachaduras em Paredes



Fonte: Própria – Galeria de fotos pessoal

Podemos considerar que a presença de camadas de solo com baixa resistência na área em estudo influencia a diminuição do raio de propagação das ondas de vibrações geradas pela cravação de estaca. Porém, a presença de tensões residuais que são originadas pelo estágio de acomodação do solo, e a qualidade construtiva do imóvel, o estado de conservação do mesmo, nos indica que o pico da velocidade das partículas limites deve ser inferior a uma residência padrão adotada em muitas normas.

Fora as características do solo e construtivas, podemos dizer que a presença no memorial descritivo deste empreendimento, da especificação do bate-estaca e da massa do martelo a ser utilizado irá nos ajudar a termos uma maior precisão de cálculo. Afirmamos, portanto, que, o decreto nº215/2007/E da CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo) e a ISO 2631, a cravação de estacas ocasionou um certo desconforto aos proprietários das residências vizinhas. Contudo, em concordância com a norma portuguesa NP 2074 e a norma alemã DIN 4150, dos imóveis avaliados, originaram-se apenas danos estéticos (superficiais), sem apresentação de danos que possam vir a ser um relevante risco estrutural a residência, ou que cause algum tipo de prejuízo posterior.

5.CONCLUSÃO

Frente as patologias desenvolvidas ao longo da execução das fundações profundas, tem-se as seguintes observações: A percepção ao baixo rigor na execução dos imóveis, que podemos supor que a estrutura de concreto armado da residência abalada em desconformidade com as normas (armaduras sem recobrimento necessário, e não foi utilizado as armaduras mínimas de norma). Também a inexistência de vigas de cintamento ou, até mesmo, não levando em consideração as características do solo da região. Ao avaliar as características das fissuras e dos danos encontrados e relatado pelos moradores no momento do levantamento de informações, apresentaram três possíveis causas: A agressividade do local, o recalque secundário e falhas de projeto e execução.

O recalque por adensamento e compactação em solos argilosos é uma das características do solo da área avaliada, pode ter colaborado para os danos apresentados, uma vez que tratamos de um ambiente agressivo, onde, além de compactar o material do aterro, a elevação do nível do lençol freático pode diminuir a capacidade de suporte do solo, e a presença das ondas de impacto podem influenciar diretamente nas armações presentes em vigas, pilares e cintamento “este, quando existente”, oxidando o aço e o fazendo expandir e causando as fissurações e desprendimento do cobrimento e reboco, o que piora com a falta de manutenção.

Levando em consideração que as demais residências encontradas nas proximidades da execução da fundação, não apresentou nenhum tipo de patologia, após o período de cravação das estacas, mas apenas as residências em conjunto “quitinetes” sofreram manifestações patológicas, em conversação com os moradores, podemos concluir que o maior fator do ocorrido, foi a supressão das boas práticas construtivas, deixando a edificação deficiente. E por fim, também podemos cogitar a falta de manutenção nas residências, podem vim a alastrar patologias provindas de fatores externos.

REFERÊNCIAS

Attewell e Framer (1973). et al. Study of ground vibrations excited during pile driving. *Soil Mechanics and Foundation Engineering*, v. 13, n. 1, p. 20-23, 1976.

BRITO, L. A. Avaliação das principais fontes de vibração no meio urbano. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 14, n. 4, p. 233-249, out./dez. 2014.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. Decisão de Diretoria nº

(DECKER, 2013). Dynamic effects of pile installations on adjacent structures: NCHRP Synthesis 253. Washington, DC: National Cooperative Highway Research Program, Transportation Research Board, National Academy Press, 1997.

DIN 4150 “Uso do SPT em fundações – Possibilidades e Limitações, Avaliação Crítica”, in: XXVII Jornadas Sudamericanas de Ingeniería Estructural. Vol. 6, Tucuman, Argentina, pp. 125-138

HILLER E CRABB (1998 apud DECKER, 2013). Power transfer and vibrator-pile-soil interactions within the framework of vibratory pile driving. Tese (Doutorado) - University of Louvain, Belgium, 2011.

Head e Jardine (1992). *Geotechnical Earthquake Engineering*. New Jersey: Prentice-Hall, 1996.

IBAPE-MG (2014, P.11) Diário Oficial do Estado, São Paulo, 26 mar. 2008. Seção I, p. 38.
THOMAZ 2002-. et al. *Vibrations generated by traffic and building construction activities*. Stockholm: Swedish Council for Building Research, 1984.

KARANTONI, F.; BOUCKOVALAS, G. Description and analysis of building damage, due to pyrgos, greece earthquake. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, v. 16, n. 2, p. 141- 150, 1997.

(NORDAL, 2009). Damage effects of pile driving vibration. *Highway Research Board Record*, n. 155, p. 14-20, 1967.

(KRAMER 1996). NP 2074: avaliação da influência em construções de vibrações provocadas por explosões ou solicitações similares. Lisboa, 1983.

(SELBY,1991).et al. Principais normas e recomendações existentes para controle de vibrações provocadas pelo uso de explosivos em áreas urbanas: parte I. *Revista Escola de Minas*, v. 56, n. 1, p. 51-57, 2003.

SMITH (1960) -. W. Ground borne vibration from piling. *Ground Engineering*, v. 26, n. 4, p. 32-37, May 1992.

SANTOS, J. A., (2000) “Notas de aula – Controle de Qualidade de Estacas”, Instituto Superior
ISSO 2631, NIYAMA, S., (1983) “Medições dinâmicas na cravação de estacas”, Tese de M.Sc., EP-USP, São Paulo.

WHENHAM, V. Power transfer and vibrator-pile-soil interactions within the framework of vibratory pile driving. Tese (Doutorado) - University of Louvain, Belgium, 2011.

(British, 2009) “Fundações”, vol. 2, Editora COPPE-UFRJ,Rio de J