

# Causas de vibrações em edifícios, tremores e exorSismos

## Mensagem enviada à Comunidade-TQS

Brasil é um país com baixo risco sísmico, mas de maneira progressiva a gente está ouvindo falar de problemas vibracionais "misteriosos".

Tem quem afirma que quando você suspeita que você tem uma doença, você sempre poderá escolher qual doença vai ter de acordo com o especialista que decida consultar. É assim que um mesmo fenômeno poderá ter explicações diferentes de acordo com as opiniões de estruturalistas, tecnólogos, geotécnicos, hidrólogos, sexólogos e pais de santo. Com certeza, existe uma tendência clara, pela qual nós (os profissionais em geral) aprimoramos na gaveta excelentes soluções que estão aguardando que apareça um problema no qual serem aplicadas. Isso faz que muitas vezes percamos a perspectiva, e que não contemplemos todo o espectro de causas possíveis nem sejamos suficientemente objetivos ao assumir quais causas são mais plausíveis.

No meu caso, minha gaveta contém algumas excelentes explicações e soluções a problemas vibracionais aguardando impacientemente para serem chutadas quando a situação propiciar. Minha experiência me ensinou a controlar o meu instinto de chute de soluções, e tentar ser chatamente objetivo, já que existem mais causas possíveis do que seria desejável e a generalização é fonte de erro. Lembrem que sempre aparece o desgraçado que tenta refutar com fatos nossas bem fundadas e impecáveis especulações.

Na comunidade e também em conversas que mantive com ilustres colegas surgiu o tema de abalos em prédios. Posso dizer que para cada engenheiro que eu conheço no Brasil existe pelo menos um prédio que tremeu, balanceou, ou teve algum comportamento vibracional enigmático. Geralmente se fala de casos nos quais (a consequência da ocorrência) foram realizadas avaliações estruturais para conferir se o evento poderia estar ligado a um problema que pudesse comprometer a estabilidade da estrutura. O caso geral é que não se achou que a estrutura tenha problema nenhum, mas tampouco se achou a causa da ocorrência.

Devido à quantidade de causas possíveis e à ausência de evidências, eu acho muito útil empregar a metodologia de descartes, que consiste em preencher um saco com TODAS as causas possíveis e depois que descartes justificadamente as causas que possam ser demonstradas como infatíveis, ficamos somente com a causa que não se deixe refutar. Se o saco de causas não refutáveis ficar vazio será necessário procurar mais causas. De acordo com as convicções de cada um de nós, a falta de causas poderá ser resolvida assumindo respeitosamente que se trata de um fenômeno de natureza divina.

O objetivo desta mensagem é apontar na direção de gerar ferramentas para tentar resolver esses enigmas de maneira assertiva, com fundamentos científicos inspirados na convicção que o determinismo causal governa também esses fenômenos. A análise vibracional fornece ferramentas que permitem avaliar se uma hipótese de causa é plausível na geração de uma certa perturbação, e assim decidir se descartar ou não a hipótese.

As causas internas (ao edifício) clássicas são as devidas a equipamentos e a atividades de seres humanos, e devem ser as primeiras a serem consideradas.

Em certos casos um fator suplementar, que pode ser gerador de abalos misteriosos, é a aparição súbita de uma trinca em uma parede de alvenaria.

As causas externas mais comuns são: equipamentos para obras civis, veículos que transitam na rua, Metrô, ferrovias, explosões, vento, e os fenômenos SÍSMICOS.

Este ano começou sísmicamente animado. No dia 4 de Janeiro tivemos o terremoto em Telêmaco Borba (PR), 3 dias depois em Própria na divisa entre Alagoas e Sergipe e 3 dias depois em São José do Rio Pardo ao norte do Estado de

São Paulo.

Não acredito que estes abalos sejam uma ação de protesto da natureza pelos baixos parâmetros de intensidade que foram adjudicados a essas regiões na futura norma sísmica, mas pode que esses abalos não estejam totalmente desligados das atividades humanas.

Exemplos de abalos sísmico induzidos pela atividade humana são os originados pela execução de reservatório de água e de represas. Os reservatórios de água são muitas vezes construídos em vales cuja conformação geológica está associada a um deslocamento tectônico. Ou seja, que a água é armazenada num local perto de uma falha. Aparece assim um peso adicional considerável que antes não existia e que incrementa os níveis de tensões na falha. A água provoca também uma mudança do grau de saturação do solo que contribui a desestabilizá-lo à vez que lubrifica as falhas. Devido a que a infiltração da água nas capas subjacentes não é instantânea pode levar certo tempo até que a desestabilização gere um abalo na região próxima. Poderá se dar de uma vez ou em etapas induzidas gradualmente com maior ou menor intensidade na medida em que o solo precisa se reacomodar para poder suportar o peso da água. Dependendo do grau de instabilidade prévia à construção da obra e da mudança da configuração gerada pela obra poderão surgir abalos moderados ou mesmo terremoto de intensidade considerável. O assunto deste tipo de abalos tem sido fonte de polêmicas, e não existe unanimidade se a causa de certos terremotos foi a obra de engenharia ou se a presença da mesma por perto do local é simplesmente uma coincidência. Casualmente ou não, durante os dez anos depois de construída a presa Hoover se produziram centros de terremotos no sul do estado de Nevada. Certo é que nos últimos 40 anos vêm se produzindo terremotos de intensidade apreciável em locais de baixo risco e perto de locais onde foram construídos reservatórios. A palavra chave para pesquisar informação na rede sobre este fenômeno é RIS (Reservoir Induced Seismicity).

Trabalhos de extração de minerais podem provocar deslocamentos de rochas no subsolo e gerar abalos discretos. Podem se dar também de maneira extrema como aconteceu em 1989 com um sismo de magnitude 5.7 que foi gerado pelo colapso das paredes de uma mina na Alemanha.

A extração (ou injeção) de fluidos no solo pode induzir também abalos. Existe quase a certeza que abalos que têm se produzido na região de San Antonio em Texas se devem ao bombeio de água do aquífero. Não se tem registro de abalos de magnitude maior que 3 induzidos pela exploração de aquíferos, o que dá para não se inquietar demais. É importante destacar que nem sempre a exploração de aquíferos resulta em abalos, mas resulta fatível que essa exploração dê como resultado algum que outro tremor. Um fenômeno interessante é o da região de Los Angeles na Califórnia na qual cada ano se tem uma oscilação das cotas do solo de mais de 10 cm devido ao regime de extração de água e restituição da mesma pelas chuvas (efeito esponja).

Devido a quantidade de chuvas na nossa região, e a quantidade de água sendo extraída do aquífero temos razão suficiente para acreditar que pelo menos tremores menores podem se dar devido a deslocamentos associados. Esses deslocamentos podem se manifestar em abalos que ninguém daria importância na Califórnia, mas sendo o caso do Paraná ou São Paulo daria para assustar a mais de um. E de supor que esse tipo de abalo menor daria para ser percebido por quem estiver em prédios flexíveis e induziria sem dúvida muitas ligações aos engenheiros responsáveis pelos projetos.

Pode ser que isso esteja acontecendo. O que vocês acham?

Eu proponho fazer uma espécie de cadastro informal de "prédios vibrantes" para achar características que possam nos levar a reconhecer se existem padrões comuns. Invito a que enviem exemplos e na base disso a gente poderia se reunir e analisar o assunto no Carlitos Convention Center nas próximas semanas.

Eng. Sergio Stolovas

## Comentário

Parabéns pela mensagem. Aprendi muito sobre vibrações, tremores e "exorSismos" (você tem sotaque para tal).

Muito oportunamente, você comentou sobre os grandes reservatórios de usinas hidrelétricas. Lembro-me que logo

após o enchimento do reservatório de Itaipu, foram notadas em algumas regiões do Paraná, a centenas de quilômetros da barragem, abalos "sismos" de pequena intensidade. Na oportunidade alguns engenheiros comentavam que o fenômeno era devido ao preenchimento do reservatório. Eu achei o fato sem nenhuma correlação mas, agora com a sua mensagem, passo a raciocinar diferente.

A região de Ribeirão Preto também faz muita extração de água subterrânea. Talvez alguns efeitos desta extração contínua, á anos, devam aparecer.

Quanto ao cadastro informal de "prédios vibrantes", a ComunidadeTQS está a disposição para centralizar a coleta das informações.

Nelson - TQS - SP