

**REDE SISMOGRÁFICA
BRASILEIRA REGISTRA EFEITO
DO CONFINAMENTO, E PODE
ATÉ MONITORAR A ADESÃO DA
POPULAÇÃO !**

Centro de Sismologia da USP

Marcelo Bianchi, Bruno Collaço, Jackson Calhau, Marcelo Assumpção

**REDE SISMOGRÁFICA
BRASILEIRA REGISTRA
EFEITO DO
CONFINAMENTO, E
PODE ATÉ MONITORAR
A ADESÃO DA
POPULAÇÃO !**

INTRODUÇÃO

O "ruído sísmico" da Terra (pequenas vibrações e oscilações do chão que ocorrem o tempo todo) é causado pelas ondas dos oceanos, influências atmosféricas (ventos, tempestades) e também pela ação do homem. O fluxo de pessoas, o tráfego de automóveis, ônibus, caminhões, máquinas industriais e tudo mais que compõe uma grande cidade, contribuem para formar o ruído sísmico do planeta.

Sendo assim, você pode imaginar que o nível de ruído sísmico dependerá da quantidade de "atividade" em um determinado local. Onde há mais atividade humana, por exemplo, haverá maior ruído e assim por diante. Mas como quantificar isso? Isso é possível utilizando um sismógrafo, instrumento que registra as pequenas vibrações do solo. A Figura 1 mostra a disposição das 99 estações sismográficas espalhadas pelo território nacional que formam a Rede Sismográfica Brasileira (RSBR - <http://www.rsbr.gov.br/>).

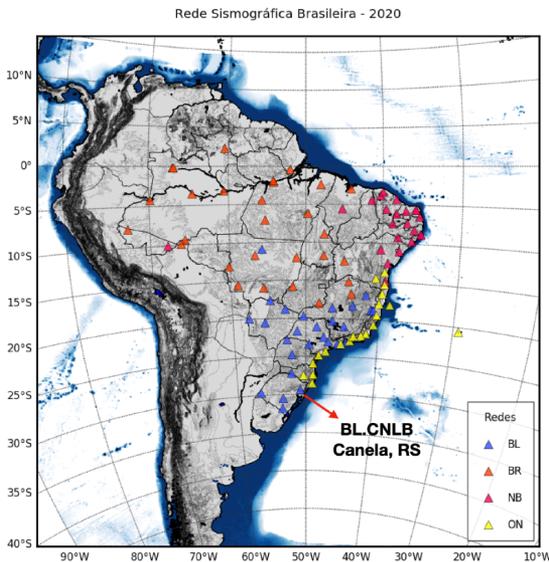


Figura 1: A localização das estações (sismógrafos) que compõem a Rede Sismográfica Brasileira (RSBR) com destaque para a estação de CNLB em Canela, RS.

MEDINDO O RUÍDO SÍSMICO

Uma forma direta de medir o ruído em uma estação sismográfica é utilizando um gráfico que mostra a curva média de densidade espectral (do inglês, Power Spectral Density ou PSD). Esta curva pode ser calculada para um determinado intervalo de tempo e mostra o ruído em cada frequência. Esta curva é diferente para cada estação, dependendo do local onde ela está instalada e varia também com o tempo. Quanto mais baixo for o nível desta curva, menor o ruído na estação.

Na Figura 2 mostramos o PSD médio para dois intervalos de tempo distintos (linhas preto e vermelha indicadas pela legenda) para a estação CNLB, localizada na cidade de Canela/RS, e que faz parte da RSBR. Esta estação está localizada dentro do Parque do Caracol (e é possível avistá-la ao visitar o parque), próximo às cidades turísticas de Canela e Gramado. O parque aderiu à quarentena imposta pela pandemia da COVID-19 no dia 20/03/2020, segundo decreto do prefeito da cidade (<https://tinyurl.com/t7648zm>).

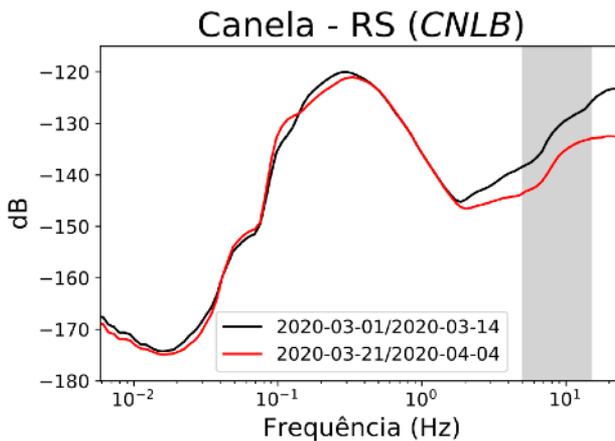


Figura 2: PSD médio para a estação de Canela/RS medido antes e durante o fechamento do parque estadual devido a pandemia do COVID-19. A zona em cinza é a região que mais se concentra o ruído causado pela atividade humana.

Cada intervalo de frequência corresponde a diferentes fenômenos que observamos, sendo que as altas frequências correspondentes aos ruídos causados pela atividade humana. Em geral, sinais gerados pela Terra, incluindo terremotos distantes, tempestades ou mesmo a influência das ondas do mar no litoral dos continentes geram sinais com frequências menores do que 2 Hz. A atividade humana, bem como pequenos tremores de terra próximos a estação ocorre em grande parte entre 5 e 15 Hz, região que está destacada como uma zona em cinza na Figura 2.

Na Figura 2, as curvas escolhidas correspondem ao intervalo que antecede ao fechamento do parque (2020-03-01 até 2020-03-15, linha contínua em preto), e ao período durante o início do fechamento do parque (2020-03-21/2020-04-05, linha contínua em vermelho).

Analisando a Figura 2 é notável que para a região destacada observamos a maior redução no nível do ruído para a estação de Canela, mostrando assim que com quarentena em vigor, o nível de ruído da estação sofre uma queda mais significativa nesse intervalo. Parte por conta da atividade humana no parque, mas também em toda a região já que as ondas geradas se propagam pelo meio até serem totalmente atenuadas pelo planeta (uma dezena de quilômetros de distância talvez).

DE QUANTO FOI ESSA REDUÇÃO?

Para estimarmos a redução podemos simplesmente calcular a diferença entre as linhas preta e vermelha da Figura 2. Com isso obtemos a Figura 3 que mostra a diferença em dB (decibel). Como podemos observar na Figura 3, a diferença chegou a pouco menos de 5 dB. Bem, isso corresponde na verdade a uma redução em aproximadamente 50% no nível do ruído das amplitudes dos sinais observados por esta estação em média. Isso é muito significativo!

Esta é uma redução média, pois naturalmente todas essas estações conseguem perceber os períodos em que a população vai dormir, os finais de semana ou outras épocas festivas, onde ocorre uma diminuição drástica na atividade humana. Basta olharmos para o registro

contínuo, depois de aplicarmos um pouco de matemática para entender como observar a mudança de ruído na estação.

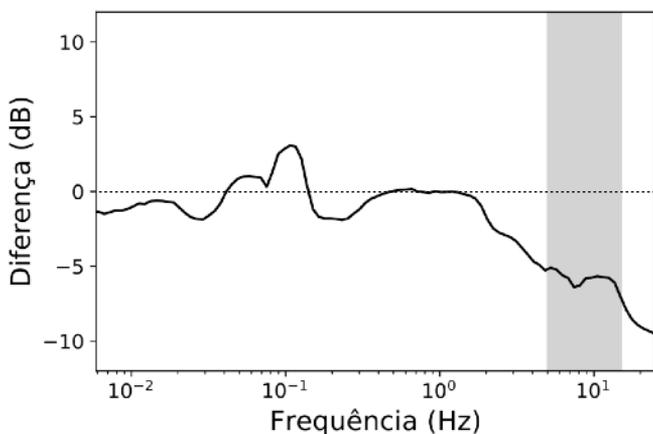


Figura 3: Diferença entre o nível de ruído antes e depois do fechamento do parque para cada uma das frequências consideradas. A zona em cinza é a região que mais se concentra o ruído causado pela atividade humana.

MOVIMENTO DO CHÃO

Uma outra forma de observar esta diminuição dos níveis do ruído sísmico em uma estação – e até um pouco mais simples, é calcular o gráfico do movimento do chão (médio) em um determinado intervalo de tempo. Para fazer este gráfico vamos usar os dados contínuos de vibração do solo na estação CNLB e para cada intervalo de tempo escolhido, (usaremos nesse exemplo 1 hora) iremos calcular o valor da média absoluta das amplitudes (movimento do chão).

Vamos em seguida representar esses valores em função do tempo. Ainda, de modo semelhante com a análise anterior, os registros são filtrados para que contenham apenas os sinais com frequência entre 5 Hz e 15 Hz (todos os outros sinais, com frequência fora deste intervalo são removidos). É como se estivéssemos olhando apenas para a região em cinza demarcada nas figuras 2 e 3.

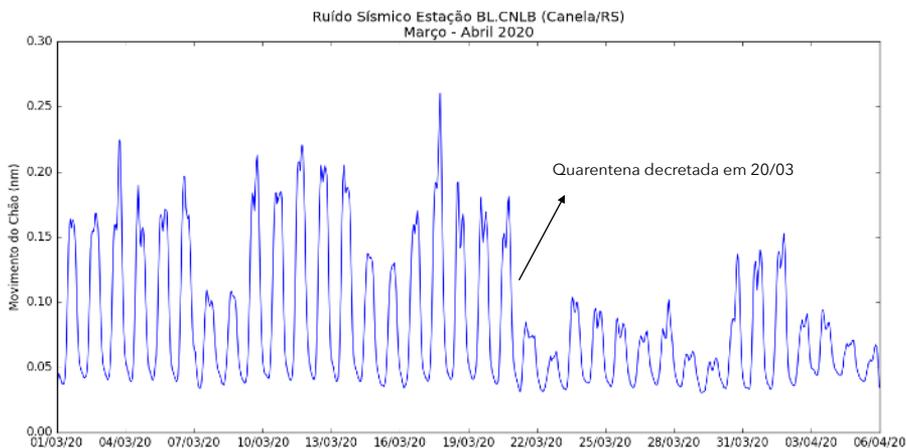


Figura 4: Movimento médio do chão registrado na estação CNLB (Canela, RS) entre março e abril de 2020. As oscilações diárias mostram o ruído mais alto de dia e menor de noite.

Observando a Figura 4, podemos ver claramente que os níveis de ruído caem após o decreto da quarentena, ocorrido no dia 20/03. Essa queda chega a quase 50% em relação aos valores das semanas anteriores, e é um número significativo, principalmente para os estudos científicos.

POR QUE ISSO É IMPORTANTE?

Bom, essa diminuição do ruído sísmico que mostramos para a estação de Canela, acontece na verdade, nas estações do mundo todo. Com menos ruído, os sismógrafos podem "escutar" melhor os dados que realmente são relevantes para os estudos do interior da Terra, como os terremotos, o vulcanismo, etc. Uma crosta terrestre mais "quieta" (com menor quantidade de ruído gerado pelo homem) pode fornecer dados que antes seriam mais difíceis de perceber.

Voltando para o nosso caso da estação CNLB, com a redução do nível de ruído, será possível detectar sinais de pequenos tremores de terra que venham a ocorrer muito próximos a estação e que antes ficariam totalmente escondidos no ruído. Ainda mais legal, podemos usar os dados da estação como um termômetro (bem caro), para avaliar as medidas de quarentena e isolamento social! Legal, né!?

Por exemplo, voltando a atenção novamente para a Figura 4, dá pra notar um aumento nos níveis do movimento do chão a partir de 31/03. Será que o pessoal em Canela começa a voltar às atividades normais e sair para as ruas? Fica o exercício de interpretação.



Figura 5: A estação CNLB vista à noite, instalada no Parque do Caracol. A luz que aparece ao fundo vêm das luzes da cidade de Canela/RS, dando uma idéia da proximidade com a cidade.



Centro de Sismologia
Universidade de São Paulo

Contato:

sismologia@iag.usp.br
www.sismo.iag.usp.br

Redes Sociais:

@sismoUSP