

## 25/04/08 – Terremoto: que riscos corremos?

Bruno Engert Rizzo

No dia 23/04/08 um tremor de aproximadamente 5 segundos e magnitude de 5,2 na escala Richter foi sentido em vários municípios costeiros nos estados de Santa Catarina, Paraná, São Paulo e Rio de Janeiro.

O epicentro do tremor foi no Oceano Atlântico a 270 km da capital de São Paulo. (Ver figura 1)

Figura 1 – Localização do epicentro.



No Brasil existe um mito popular que aqui não ocorrem terremotos. Esse equívoco foi responsável pela reação de susto e medo na população, mas é compreensível.

Até os anos 50 do século passado, o Brasil tinha baixa densidade populacional e grandes vazios demográficos. Assim, a atividade sísmica que sempre existiu, simplesmente deixou de ser notada e vez por outra quando ocorria em áreas rurais ou cidades do interior era confundida com outros fenômenos ou alimentava a credulidade do povo.

Depois, nossa rede de sismógrafos não cobria todo território brasileiro. Os registros de atividade sísmica tiveram início de forma incipiente a partir da segunda metade do século passado.

Por último existe um aspecto geológico. O Brasil está praticamente no centro da Plataforma Continental Sul-Americana e os limites dessa plataforma com as vizinhas está muito distante do continente brasileiro. No leste a placa Sul-Americana encontra a placa Africana praticamente no meio do Oceano Atlântico. No oeste o encontro com a Plataforma de Nazca está no Oceano Pacífico, próximo à costa do continente. (Ver figura 2)

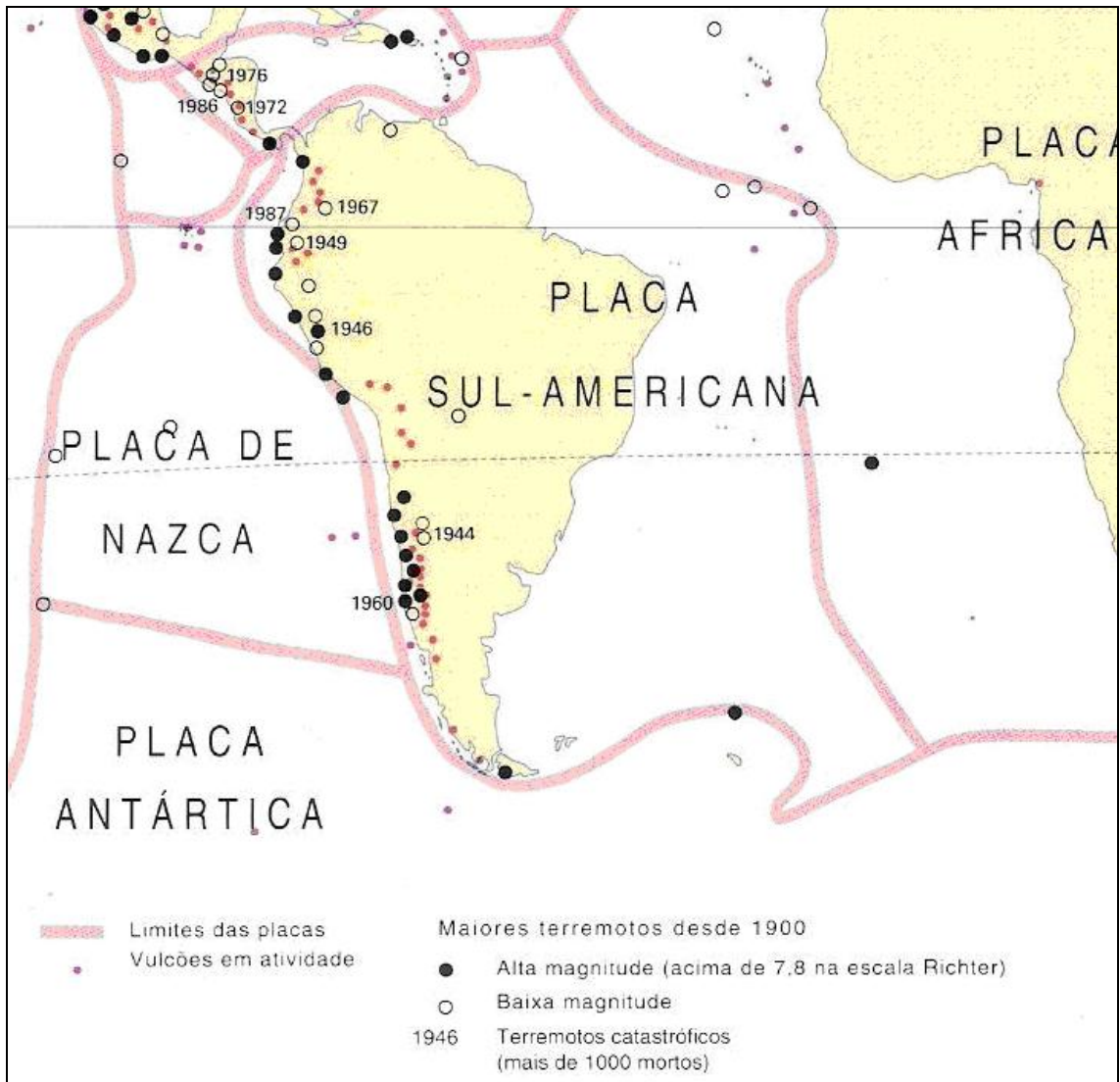


Figura 2 – Placa Sul-Americana

Apesar de existirem falhas na área continental onde ocorre atividade sísmica, os três aspectos anteriormente mencionados construíram o mito da inexistência de terremotos no Brasil. (Existem 48 falhas importantes que vêm sendo mapeadas nas últimas décadas. Ver figura 3.)

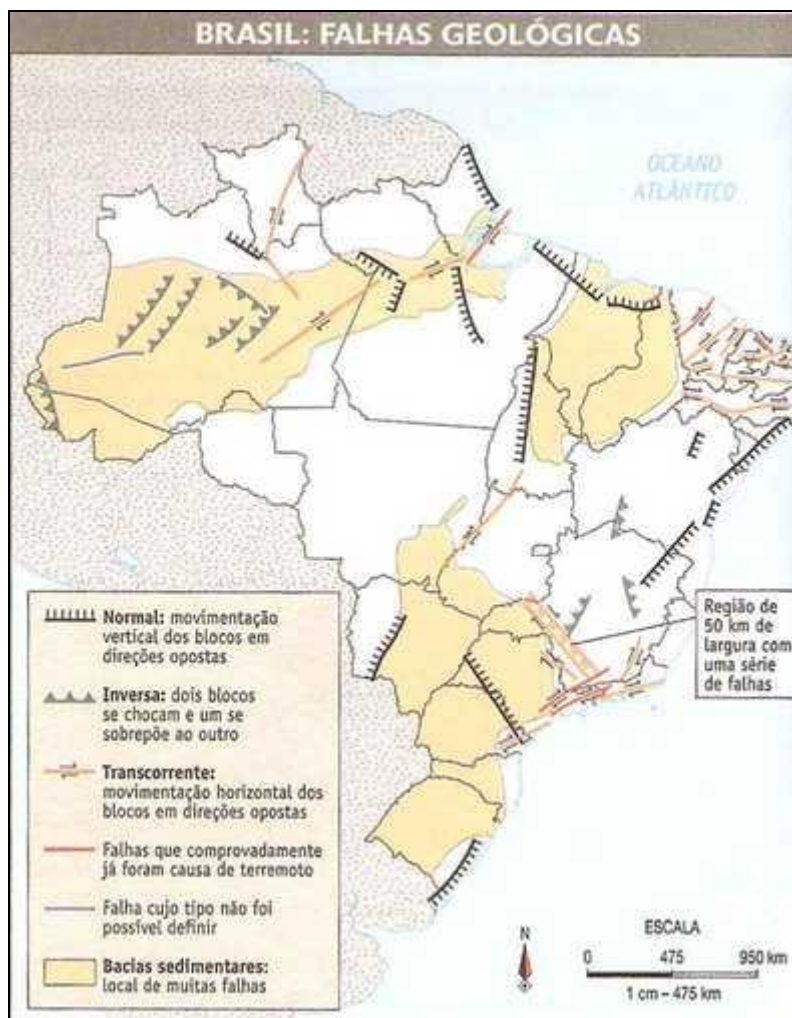


Figura 3 – Mapa Neotectônico do Brasil

Fonte: Instituto de Geociências – Universidade Federal de Minas Gerais.

Mas o fato é que sempre existiu atividade sísmica e conforme a rede de sismógrafos for sendo ampliada, os registros serão mais freqüentes.

O mito estava tão arraigado na cultura brasileira, que nem mesmo as normas técnicas de cargas e de cálculo estrutural mencionavam cargas decorrentes de atividade sísmica.

Enquanto na maioria das normas estrangeiras essa carga é uma das cargas que deve ser levada em conta no cálculo estrutural, no Brasil o fenômeno foi desprezado.

A exceção são pontes de grande porte, barragens e usinas onde, via de regra, foram adotadas normas estrangeiras para elaboração dos projetos.

Daí surge a inevitável pergunta: que riscos corremos no Brasil diante do fato das construções não terem sido projetadas para suportar esforços decorrentes de atividade sísmica?

A resposta técnica é um tanto quanto complexa, pois demandaria explicações sobre critérios de projeto, fatores de segurança, cargas permanente e acidental, tempo de recorrência dos fenômenos que geram cargas acidentais, cargas dinâmicas, resistência dos materiais e outros temas “palpitantes” ligados à engenharia estrutural. Mas tentaremos dar uma explicação resumida e simplificada.

Estruturas são projetadas para suportar seu próprio peso e cargas acidentais que são todas aquelas que possam gerar esforços na estrutura ao longo de sua vida útil.

Em edificações convencionais tais como prédios residenciais e comerciais, imagina-se que a vida útil seja da ordem de 50 anos. As cargas acidentais são pessoas, móveis, estoque, mas também esforço devido ao vento, neve quando existe, entre outras.

Em edificações industriais são considerados ainda esforços dinâmicos quando existem máquinas, motores ou outros mecanismos que possam gerar vibração.

O fato das normas brasileiras não levarem em conta esforços decorrentes de atividade sísmica na prática não representam um risco significativo para a grande maioria das construções brasileiras convencionais bem projetadas e construídas.

A exceção são prédios altos e esbeltos.

A razão do risco anteriormente mencionado ser reduzido está ligada a vários aspectos.

Quando uma estrutura é projetada, existem fatores de segurança em todas as etapas do dimensionamento. Além disso, as cargas acidentais considerados no projeto, dificilmente ocorrem concomitantemente, como é considerado no cálculo estrutural.

Ainda na fase de projeto existem critérios de segurança e critérios de conforto. O critério da segurança gera o dimensionamento mínimo necessário para que a estrutura se mantenha estável em qualquer situação, mesmo com atuação de todas as cargas na combinação mais desfavorável.

O critério do conforto visa minimizar vibrações, deformações e outros aspectos que causam mal estar psicológico.

Esse segundo critério sempre leva a um superdimensionamento em relação ao critério da segurança.

Portanto, existe uma margem razoável numa estrutura bem projetada para suportar cargas decorrentes de atividade sísmica sem que ocorra uma lesão significativa. Com toda certeza haverá desconforto.

Mas existe outro aspecto importante. Há uma relação inversa entre probabilidade de ocorrência de sismos e a magnitude dos mesmos.

Ou seja, quanto maior a magnitude de um sismo, menor sua probabilidade de ocorrência.

Sismos mais freqüentes como esses que muitas vezes nem são percebidos ou confundidos com a passagem de um veículo pesado na rua, chegam 4 na escala Richter.

Esses não causam nenhuma lesão a edificações bem projetadas e construídas.

Entre 4 e 5 na escala Richter os danos são mínimos em estruturas convencionais, bem concebidas, projetadas e construídas.

De 5 a 6, surgem trincas em alvenarias e pequenas lesões estruturais.

A partir de 6 podem surgir lesões estruturais mais graves.

Entretanto, o desabamento cinematográfico como é visto em filmes hollywoodianos, aqui seria raro exatamente pelo fato de serem pouco freqüentes abalos sísmicos acima de 6 na escala Richter e pelo fato de existir um superdimensionamento tecnicamente necessário nas estruturas.

Talvez possam ocorrer lesões mais graves se por uma rara coincidência um terremoto coincidir com o vento máximo de projeto e outras cargas desfavoráveis na estrutura.

Existem ainda outros fatores que podem atenuar ou agravar as conseqüências do sismo sobre edificações que são à distância e profundidade do epicentro, e a natureza do solo ou rocha pelo qual se propaga a vibração. Enquanto solo e rochas brandas tendem a amortecer vibrações, rochas vulcânicas são boas condutoras. Construções assentes sobre grandes formações rochosas com toda certeza sofrerão mais danos.

Mas até aqui abordamos construções bem projetadas e executadas.

Em favelas a situação é outra e corremos um risco cada vez maior de um desastre de grandes proporções. Primeiro pelo fato de existirem progressivamente mais favelas espalhadas pelo país. Só esse aspecto é um fator que aumenta a probabilidade de um desastre.

Depois, as construções são tecnicamente leigas não existindo projeto, nem estrutura adequada, nem controle de execução minimamente aceitável. Há erros aberrantes na concepção estrutural e nenhum dos fatores de segurança anteriormente mencionados sequer existe. Basta lembrar que não raro ocorrem desabamentos sem que sejam necessários fatores externos.

Além disso, a ousadia tem sido cada vez maior, já existindo prédios de até 6 pavimentos ou mais. (Figura 4)



Figura 4 – Prédio de 11 pavimentos na Rocinha - RJ

Por último, existe um risco não desprezível do tremor gerar instabilidade de encostas escavadas, alteradas e sobrecarregadas de forma absolutamente leiga, portanto em equilíbrio precário.

Se houver um tremor de magnitude superior a 4 numa área de favela, os danos serão grandes e o socorro será enormemente dificultado pelo caos e pela dificuldade de acesso.

Mas existe um tipo de construção que diante desse terremoto de 5,2 na escala Richter merece atenção e uma reflexão técnica mais detalhada.

São as Usinas Termonucleares de Angra I e Angra II. (Figura 5)

Felizmente elas foram construídas segundo padrões de normas técnicas estrangeiras que levam em conta atividade sísmica. Uma das premissas de projeto é um abalo com aceleração de 0,1 g.

Ainda a favor da segurança existe a própria concepção do projeto. O reator nuclear e todas as instalações que eventualmente possam gerar vazamentos de material radioativo ficam numa grande estrutura de concreto armado blindada. Esta estrutura é uma barreira para impedir que eventuais vazamentos cheguem ao ambiente externo.

Por último, existem sistemas de segurança redundantes que desligam a usina em caso de incêndio, superaquecimento, pressão elevada e abalos sísmicos, entre outras situações.

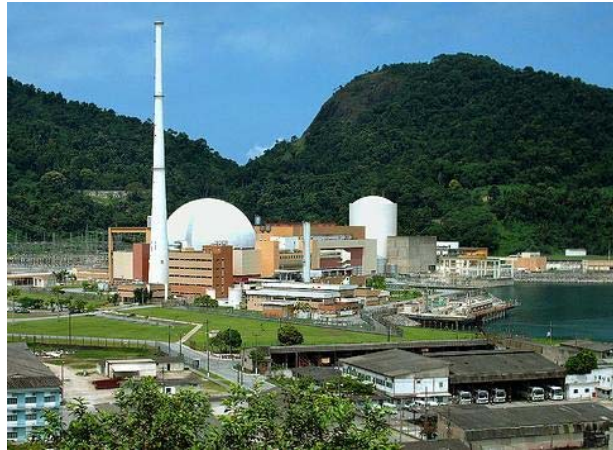


Figura 5 – Usina Termonuclear Angra - RJ

Não sabemos se a proteção atuou e a usina foi desligada. Existe uma estação sismográfica na usina, mas as medições não foram divulgadas.

Apesar de todos os dispositivos de segurança, não se pode desprezar a hipótese de um desastre.

Outras usinas termonucleares com segurança redundante já apresentaram falhas e os desastres ocorreram. Apenas para citar exemplos, seguem os mais graves.

- Three Mile Island nos EUA em 1979: o reator superaqueceu. A estrutura de contenção externa não chegou a romper mas houve vazamento de vapor radioativo para a atmosfera. (Figura 6)



Figura 6 – Usina Termonuclear de Three Mile Island - USA

- Chernobyl na Ucrânia 1986: uma falha humana associada a uma falha no sistema de segurança, gerou superaquecimento do reator que explodiu e lançou na atmosfera partículas radioativas. A pluma radioativa se dispersou sobre a Europa e Ásia chegando a afetar 26 países. É considerado o desastre radiológico mais grave. (Figura 7)

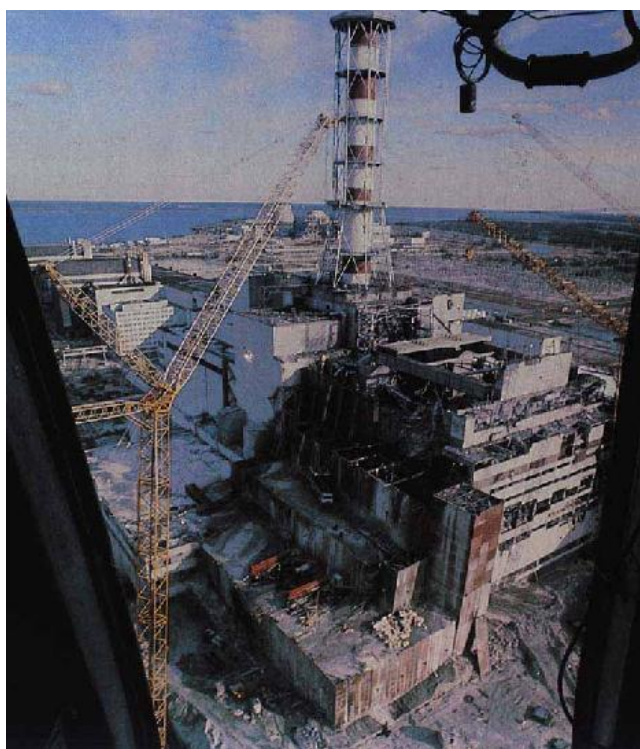


Figura 7 – Termonuclear de Chernobyl após a explosão.

- Kashiwazaki no Japão em 2007: um terremoto de 6,8 na escala Richter provocou incêndio nas instalações da usina e apesar de todo sistema de segurança ter atuado, houve vazamento de água contaminada com material radioativo. Segundo o relatório da Agência Internacional de Energia Atômica, o esforço dinâmico devido à atividade sísmica foi subestimado. (Figura 8)



Figura 8 - Incêndio - Usina de Kashiwazaki

Pelo fato da segurança não ser infalível, toda usina termonuclear tem um plano de emergência, onde uma das hipóteses é a ruptura do vaso externo do reator e vazamento de material radioativo para o meio ambiente.

Em Angra I e Angra II há protocolos de segurança e um Plano de Emergência estruturado em Zonas de Planejamento de Emergência (ZPE), que são círculos concêntricos com raios de 1, 3, 5, 10 e 15 km em torno da usina. (Figura 8)



ZPEs em torno de Angra I e II

A execução do plano envolve forças armadas, prefeitura, defesa civil, bombeiros, e técnicos de diversas áreas.

Dependendo da natureza da ocorrência pode ser necessário até evacuar toda área.

Aí surgem várias dúvidas.

A hipótese de um desastre semelhante ao ocorrido em Chernobyl é muito pouco provável por inúmeras razões. Entretanto nos parece que restringir o plano a um raio de 15 km é uma hipótese otimista.

Mas essa é uma crítica que viraria um acirrado debate. E não é nosso objetivo aqui. As dúvidas que se seguem representam preocupações mais graves e realistas.

Angra dos Reis e mesmo as áreas próximas as Usinas Angra I e Angra II estão favelizadas. Será que todo essa massa de povo terá disciplina e saberá responder a um toque de evacuação a tempo?

Se não for imposta uma lei marcial rigorosa, a área será saqueada ou as pessoas não abandonarão suas casas e seus pertences.

A BR101 – Rio - Santos está cronicamente mal conservada e vez por outra completamente obstruída por deslizamentos de taludes. O plano prevê que grande parte da evacuação será pela BR101.

Mesmo considerando o fator sorte da BR101 estar bem conservada, é pouco provável que na hipótese de um abalo sísmico que demande evacuação, não ocorram deslizamentos de taludes ao longo da BR. Logo ela estaria impedida.

Esse terremoto de 5,2 na escala Richter representa um evento de magnitude nunca atingida na costa do Estado do Rio de Janeiro. Só não causou danos por ter sido de duração muito curta.

Todos os fatos levam a conclusões que deveriam ensejar uma reflexão madura e equilibrada tanto no meio técnico como na esfera governamental.

No caso específico das Usinas de Angra I e Angra II, existem algumas reflexões específicas.

Depois do desastre ocorrido na usina de Kashiiwazaki a Agencia Internacional de Energia Atômica sugeriu que se fizesse uma reavaliação das hipóteses de cargas considerando terremotos de uma magnitude mais elevada. Seria o caso de fazer um estudo para as Usinas de Angra I e II, principalmente considerando que aqui não temos uma série histórica confiável de atividade sísmica.

Além disso, o Plano de Emergência deveria ser reavaliado, principalmente na hipótese da BR101 ficar impedida. A outra forma de minimizar o risco de uma interdição da BR101, seria projetar todas as contenções e reavaliar os taludes levando em contra carga dinâmica decorrente de atividade sísmica.

No caso das demais construções, talvez seja hora de reavaliar as normas técnicas brasileiras e criar uma norma específica sobre cargas decorrentes de atividade sísmica.

Além disso, seria importante cobrir todo território brasileiro com uma rede de sismógrafos de forma a gerar séries históricas e mapear a atividade sísmica em todo território brasileiro.

Por último cabe lembrar que sempre que ocorrem sismos submarinos, esses geram ondas que se propagam para a superfície do mar. Quando chegam a terra são as chamadas tsunamis.

Existe o fato incontestável que o nível do mar subirá nas próximas décadas. Se somado a esse fenômeno ocorrerem ressacas decorrentes de abalos sísmicos, é certo que cidades e instalações costeiras precisam ser reavaliadas.

Quanto às favelas representam um risco e são uma aberração urbana por inúmeros aspectos. A hipótese de um terremoto só vem a tornar o quadro de um desastre mais sombrio. Mais cedo ou mais tarde terá que existir uma solução para eliminar favelas e integrá-las aos centros urbanos respeitando toda legislação vigente.