

II Congresso Internacional de Riscos VI Encontro Nacional de Riscos

Coimbra, 22 a 25 De Maio de 2019

6º Painel

**O Fenómeno Sísmico
Génese e Previsibilidade**

Pela enorme capacidade de destruição, os sismos, desde sempre afectaram a humanidade, podendo em poucos segundos, destruir cidades e marcar irreversivelmente civilizações, como revelam dados arqueológicos e documentos históricos referentes, por exemplo, à região da cintura mediterrânica, berço de numerosas civilizações mas também uma zona de forte actividade sísmica.

Dadas as suas características devastadoras, para as pessoas e bens, nas zonas afectadas, os sismos, foram, desde sempre, objecto das mais diversas explicações, que se encontram nos mais diversos documentos históricos e científicos.

Encontram-se explicações que associam os tremores de terra às divindades: na Bíblia, na memória dos mitos gregos, nos prodígios de Roma, e profetizados nos Oráculos Sibilinos; explicações teóricas que remontam à Idade Antiga, à teoria chinesa sobre a origem dos tremores de terra, classificações de tremores de terra que remontam à Antiguidade, bem como previsões para os tremores de terra na Idade Antiga.

Na Idade Antiga encontram-se, ainda, documentos sobre a geografia sísmica do mundo, sobre o grande tremor de terra de Esparta (464 a.c.), sobre as cidades desaparecidas Héliké e Boura (373 a.c.), sobre os tremores de terra na Antióquia e sobre o sismo considerado “universal” de 365 d.c., e sobre os danos causados pelos sismos, interpretados, com interrogações sobre se serão os sismos responsáveis pelo fim da idade do bronze, sobre o caso de Pompeia, interrogações sobre se se deverá ou não abandonar os lugares afectados ou se aqueles deverão, pelo contrário, ser preservados, sobre o socorro às cidades afectadas, sobre a prevenção dos danos e sobre o sucesso de um antigo pressuposto “parasísmico”: os furos de água ou para extracção de minério.

No período que medeia desde a Antiguidade tardia à Idade Média, encontram-se associações dos tremores de terra a heresias, interpretações nos enciclopedistas da Idade Média, dos sábios árabes até S. Tomás de Aquino e sobre a distinção entre tremores de terra “naturais” e “não naturais”. Encontram-se, ainda, explicações que associam os sismos à religião: imagens do tremor de terra no Ocidente cristão, na liturgia, associação de santos e sismos, medos e lamentos, na reconquista simbólica das cidades através das procissões. Na Idade Média encontram-se, também, documentos sobre os dois grandes sismos na época da peste (1348-1349), sobre Catânia (1169), sobre tremores de terra numa capital arménia e sobre Sarracenos e Francos face aos sismos na época das Cruzadas.

No início da Era Moderna, encontram-se documentos com descrições e interpretações sobre o financiamento das reconstruções, sobre os sismos na Idade das Luzes, sobre a notável persistência da teoria pneumática e, sobre o surgimento da ciência dos sismos (a sismologia).

No séc. XVIII, o grande sismo de Lisboa, reavivou a querela do optimismo, na qual tomou parte toda a *intelligentsia* europeia: se Deus era todo-poderoso e infinitamente bom, como poderia o mal existir sobre a terra?

Paralelamente às visões religiosas, filósofos e sapientes, para quem os tremores de terra eram eventos naturais, tentavam compreender e explicar o fenómeno à luz duma perspectiva mais racional.

Os pré-socráticos associavam os tremores de terra a um dos quatro elementos da natureza. Aristóteles construiria uma teoria mais elaborada, atribuindo um papel activo aos sopros, ou ventos, aprisionados na terra, que a sacudiam procurando libertar-se. Esta teoria pneumática teve um sucesso que se prolongou nos séculos seguintes, sob as formas mais variadas. Acabando por associar os sismos às erupções vulcânicas, a libertação dos gases aprisionados no interior da terra passou a ser considerada como o resultado do choque explosivo de matérias combustíveis do sub-solo. No séc. XVIII, a electricidade estava na moda, e os tremores de terra foram vistos por alguns sábios como se de trovoadas eléctricas subterrâneas se tratassem.

Será no âmbito deste contexto de controvérsia sobre o optimismo e sobre a origem divina dos sismos, que perduraria, depois dos desastres de 1755 (Lisboa) e 1783 (Calábria), que o escritor alemão Heinrich von Kleist (1777-1811) publica, em 1807, o seu romance: "O tremor de terra no Chile", onde o autor põe em causa as trágicas consequências do obscurantismo e do fanatismo religiosos. Tratando-se, embora, do tremor de terra que destruiu Santiago em 13 de Maio de 1647, fica claro que o romance foi inspirado no tremor de terra de Lisboa (1755) e que a sua lição valeu para a Europa e para todo o final do séc. XVIII.

Foi somente nos finais do século XIX, princípios do séc. XX, que a influência de Aristóteles acaba por conhecer o declínio e que os sismólogos e os geólogos estabelecem concretamente a natureza tectónica dos sismos, sem, contudo, compreenderem claramente a origem dos esforços que levavam às rupturas da crosta terrestre.

O mecanismo tectónico dos tremores de terra, admitido como modelo explicativo no início do séc. XX, deixa, contudo por explicar a origem das pressões que geram os sismos, como foram geradas as falhas sísmicas, e qual a sua distribuição, a diferentes escalas, à superfície do globo, por outras palavras, qual é a lógica da geografia sísmica.

Foi preciso esperar pela teoria unificadora das ciências da terra: a Tectónica Global, ou Tectónica de Placas, cujo surgimento se regista por volta dos anos 1967/68 durante os quais surgiram a maior parte dos artigos fundadores daquela teoria.

O mecanismo do “ressalto elástico” proposto, em 1910, pelo americano Harry Reid (1859-1944), na sequência das observações decorrentes do grande tremor de terra de 1906, em S. Francisco, dizia que as tensões deformavam elasticamente a crosta dos dois lábios da falha, até ao ponto em que a resistência máxima fosse atingida e a rotura se produzisse, provocando, em consequência, movimentos físicos na falha, diminuindo, assim, a pressão e a deformação elástica, podendo o mecanismo, de seguida, reorganizar-se.

Defendia-se, então, que numa falha onde aconteceu um sismo, já se teria produzido um sismo no passado e produzir-se-ia outro no futuro, numa perspectiva que permitia avançar para a estimação dos intervalos dos períodos de retorno dos sismos, sobretudo dos grandes sismos .

Levou mais de 50 anos até ser aceite a ideia de que as grandes estruturas e as unidades tectónicas da Terra tinham mudado a sua posição relativa. Apesar de Alfred Wegner (1912) ter apresentado a teoria da Deriva dos Continentes antes da Primeira Guerra Mundial, só nos últimos anos da década de 1960 aquela se tornou parte dos cânones geológicos aceites. A histórica da resistência na aceitação do modelo foi já contada muitas vezes mas a partir de 1950 a acumulação da evidência provinda da investigação no afastamento polar, a natureza e significado das fossas oceânicas e do paleomagnetismo dos fundos oceânicos, que mutuamente se suportavam, conduziu à síntese das primeiras noções da deriva continental com as da expansão dos fundos oceânicos para produzir a teoria da Tectónica de Placas.

Com base num mapa do mundo dos epicentros de cerca de 30 000 tremores de terra, registados entre 1961 e 1967, percebeu-se que a actividade sísmica do globo estava concentrada, no essencial, nas faixas estreitas e contínuas, correspondentes às fronteiras de placas, tal como tinham sido definidas no modelo cinemático pelo geofísico francês Xavier Le Pichon (1968), com base no anterior modelo sismológico de distribuição da sismicidade.

Passou a ficar bem claro que os sismos se produzem nas fronteiras de placas, ou sobre as grandes falhas continentais e oceânicas, resultantes do movimento relativo das placas, e que se devem às pressões que se exercem aquando daqueles movimentos. Duma perspectiva local, passou-se, portanto, para uma perspectiva global, sobre o mecanismo focal de geração de sismo. E, sabe-se hoje que nem todas as falhas são herdadas, pelo que há falhas que rompem, ou que são reactivadas pela primeira vez, no contexto geodinâmico actual, sendo este o caso mais difícil de prever.

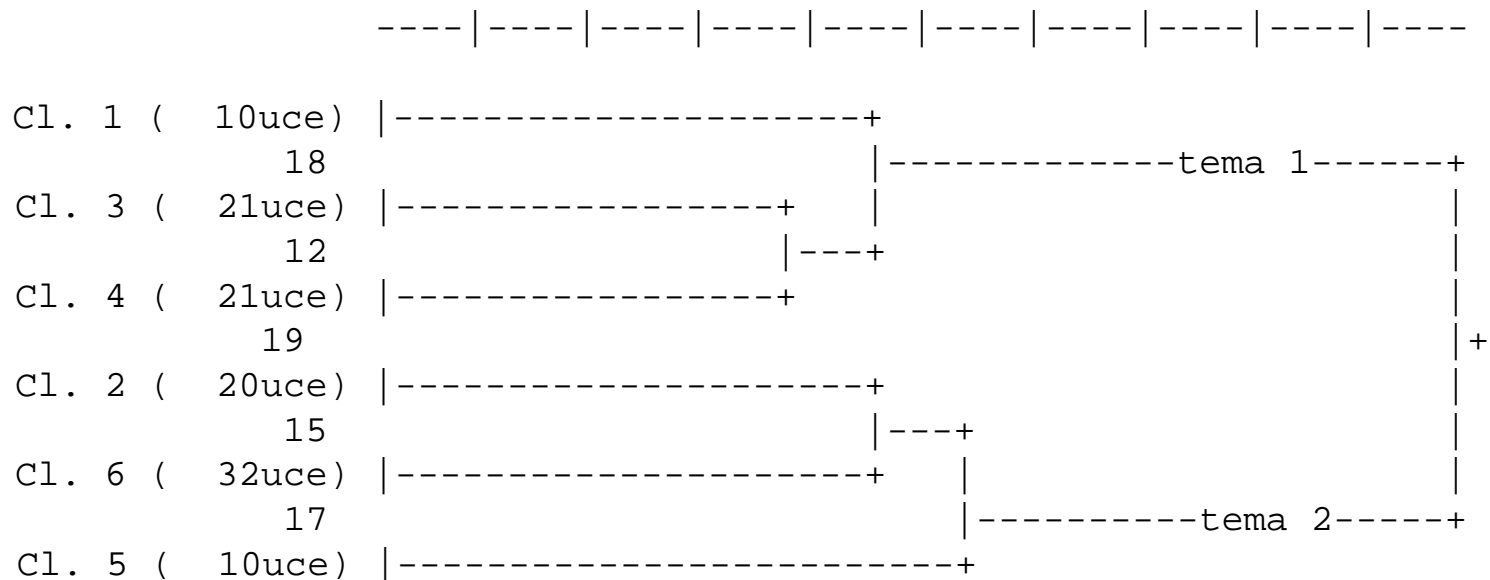
Estimação do Risco Sísmico

- *Probabilidade de ocorrência de um sismo*
- *Poderemos prever os sismos?*

Métodos de cálculo: deterministas e probabilistas

- Para estudar a ocorrência de sismos e definir o zonamento sísmico de um território usam-se diversas metodologias de cálculo que podem classificar-se em duas categorias principais, segundo analisem o fenómeno sísmico através de métodos do tipo determinista ou probabilista.
- A abordagem determinista procura estabelecer, para cada falha activa, o sismo máximo credível e o seu período de retorno, a partir das características da falha em questão. Daqui decorre, que quanto maior for o comprimento da falha e mais elevada a taxa de actividade, mais elevada será a magnitude do sismo máximo credível. Conhecida a magnitude do sismo máximo credível, o seu período de retorno, e a curva de atenuação para uma determinada região, os engenheiros sísmicos podem projectar estruturas (habitações, barragens, pontes, centrais nucleares, etc.) resistentes ao sismo máximo credível antecipado.
- Contudo, só em situações em que a falha esteja bem exposta, em que a sismicidade instrumental seja acompanhada por uma rede sísmica, densa e bem equipada, a paleosismicidade seja bem conhecida e os poderes políticos invistam o necessário para proceder à monitorização e investigação dos sistemas de falhas activas é que existem as condições para se aplicar a abordagem determinista na previsão sísmica (como seja o exemplo da Falha de S. Andreas, na Califórnia).
- A abordagem probabilística procura estimar, para um futuro sismo, a magnitude e o período de retorno (para essa magnitude), através de extrapolações para magnitudes mais elevadas da curva – recta em diagrama bilogarítmico – registada para magnitudes mais baixas. No entanto, à medida que a magnitude aumenta verificam-se desvios à lei de Gutenberg-Richter que podem levar a subestimar o risco, com consequências graves em termos de perdas de vidas humanas e económicas. E, ainda, a estatística fractal não permite prever a localização, nem no tempo, nem no espaço, dado haver tendência para ocorrência de eventos ‘em cacho’ (agregação/‘clustering’), ou concentrados no tempo e espaço.
- Contrariamente à perspectiva do caos determinista, que vê o processo sismogenético como exemplo de deslizamento às sacadas, e essencialmente imprevisível porque a incerteza cresce exponencialmente com o tempo, investigadores propõem que a interpretação de caos fraco parece mais próxima da realidade do processo de falhamento sísmico que, segundo o autor, possui “carácter fractal, no espaço e no tempo, como expressão de criticalidade auto-organizada”, onde a incerteza aumenta no tempo de acordo com uma lei de potência. Em torno do conceito de criticalidade auto-organizada defendem que aquela distinção é fundamental, na medida em que, no modelo de caos fraco, a previsão a longo prazo é possível, o mesmo não se passando no caso de caos forte.
- Esta perspectiva é confirmada na análise estatística do discurso dos 17 cientistas entrevistados. Para o tema: Escolas: estilos cognitivos (intra-grupo e inter-grupo na análise do risco sísmico), resultaram 6 classes, decorrentes de 7655 ocorrências, classificadas em 114 uce’s que explicam 59% da análise.

Dendrograma - Classes seleccionadas pelo Alceste

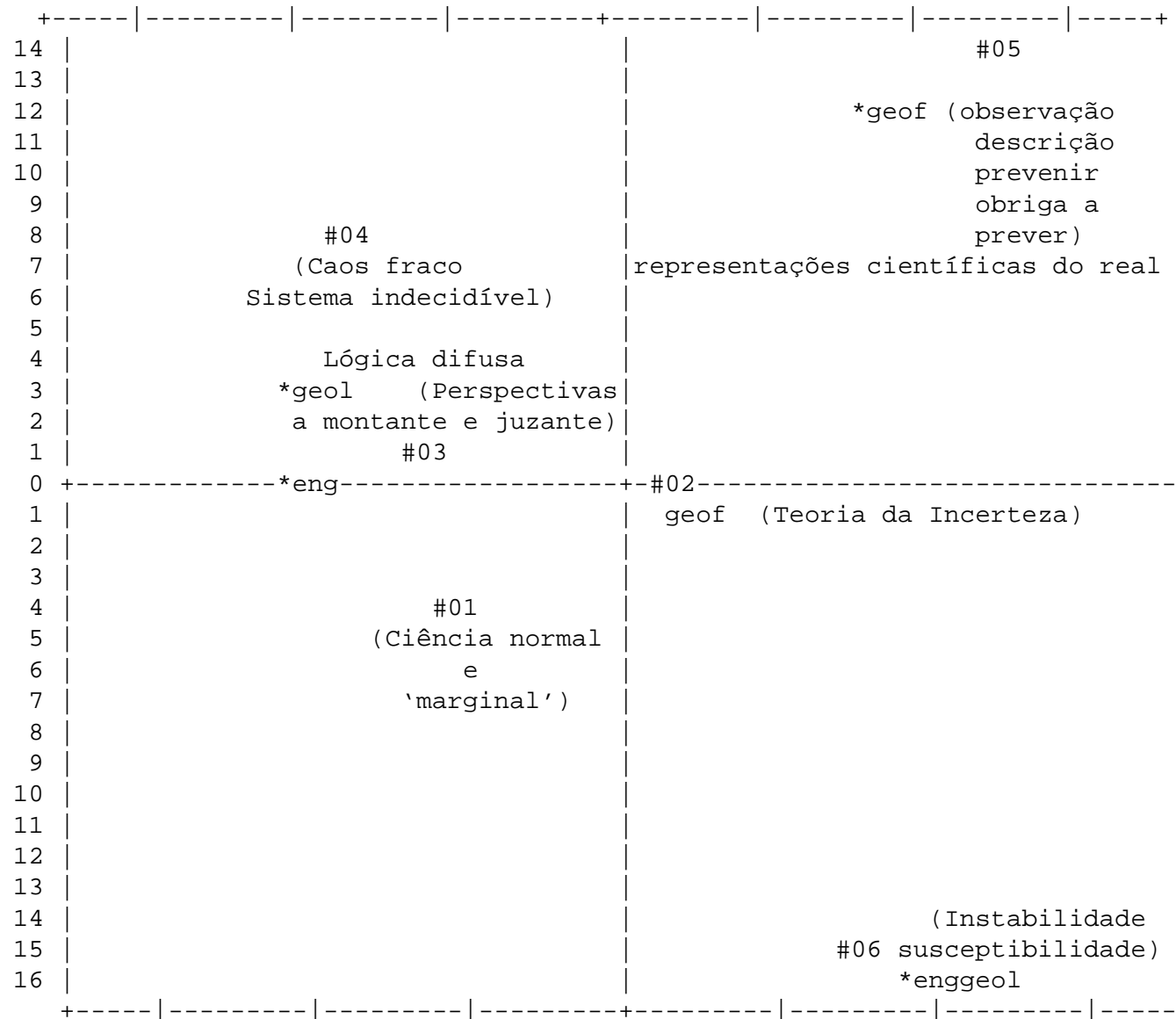


O valor mínimo do χ^2 para seleccionar as formas mais frequentes é de 2 e varia entre 0 e 9999

Os dois temas reportam às dicotomias explicativas encontradas para o fenómeno sísmico, dando conta da homogeneidade e da diferenciação inter e intra-grupo, ancorada em pressupostos diferenciados, revelando diferentes estilos de pensamento.

O tema 1 ("Da teoria padrão à teoria 'marginal'") é constituído pelas classes 3 e 4, por sua vez, conjuga com a classe 1. O tema 2 ("Da observação e Descrição à Teoria da Incerteza e à Instabilidade e susceptibilidade dos sistemas", é composto pelas classes 2 e 6, conjuga, por sua vez, com a classe 5. As classes foram nomeadas pelo software de análise de dados, Alceste, em função do léxico associado a cada uma

Projecção das classes e variáveis (*) no plano factorial



O plano factorial é constituído pelos dois factores organizadores dos pressupostos que emergiram dos discursos

O primeiro factor, refere-se ao eixo horizontal, tem associada 23.62% de inércia (variância explicada).

Designado “Da teoria padrão à teoria ‘marginal’” dá conta das teorias e metodologias explicativas que se centram no designado (pelos sujeitos) “main stream”, isto é a Teoria da Tectónica de Placas, bem como das explicações que se situam nas “franjas da ciência normal”, isto é o Paradigma das Placas Fofas (proposto por A Ribeiro, 1986; 1987; 2002). Dando conta das controvérsias existentes no âmbito da ‘ciência como explicação’ salienta perspectivas relacionadas com: a indecidibilidade dos sistemas naturais, a oposição entre previsão e explicação do fenómeno sísmico, os modelos de reconhecimento de padrões e o das sequências compactas entre sismos (com base no modelo das redes neuronais) e, ainda, as tensões dinâmicas e tensões estáticas. Este factor evidencia uma organização dos discursos em torno dos seguintes pressupostos opostos: caos fraco/caos forte; determinismo/probabilismo; previsão/prevenção que se prendem com as perspectivas a montante, mais viradas para a explicação do fenómeno (cientistas mais ‘puros’), ou com perspectivas a juzante, mais estruturalistas, viradas para a aplicação em engenharia; para os projectos de estruturas resistentes, em função de conhecimentos também provindos da ‘região de conhecimento situada a montante’.

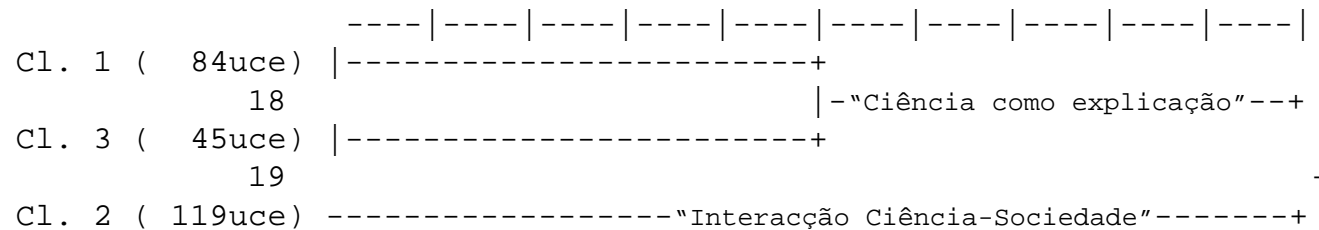
O segundo factor reporta ao eixo vertical, explica 22.32% da inércia.

Designado “Da observação e Descrição à Teoria da Incerteza e à Instabilidade e Susceptibilidade dos Sistemas”, revela-nos, por um lado, a importância atribuída à observação e descrição para a explicação do fenómeno sísmico, mas também para a interacção ciência-sociedade e, por outro, o privilégio dado às dimensões da incerteza, instabilidade, susceptibilidade e da acção humana no comportamento dos sistemas físicos. Este factor evidencia uma organização dos discursos em torno dos seguintes pressupostos: observação e descrição / natureza ‘manufacturada’; incerteza / probabilidade; instabilidade e susceptibilidade / equilíbrio dos sistemas; previsão / prevenção, que se prendem com a relativização das visões (representações) científicas do real, em função de teorias explicativas, da prevenção associada à previsão e à acção do homem na natureza, com a instrumentação das falhas e com a evolução do conhecimento em função do estudo dos sistemas dinâmicos e do comportamento caótico da natureza.

Previsão sísmica no âmbito da Neotectónica e Sismicidade

Continuando à procura da regularidade de pressupostos que nos permitam identificar e confirmar os diferentes estilos de pensamento associados à previsão do fenómeno sísmico e dimensões subjacentes, procedemos, ainda, à análise estatística do discurso de um grupo focalizado conduzido com cientistas.

A partir de um *corpus* de 11487 ocorrências, o sistema reteve 43% das mesmas para análise (n=4264, correspondendo a uma frequência mínima >3), tendo produzido 286 u.c.e., das quais, 248 (87%) foram agrupadas e classificadas, de forma hierárquica, em 3 classes, expressas no dendrograma e diagrama seguintes:



Os resultados mostram 3 classes, nomeadas de acordo com o léxico associado a cada

A classe 1, "Multiparamétrico-Compreensão-Explicação-Previsão LP", explica 34% da análise (84uce) e inclui contributos das variáveis geologia: 12.53 e geofísica: 6.72.

A classe 2, "Preventivo-Utilização-Comunicação aos Públicos-Previsão CP", explica 48% da análise (119 uce) e inclui contributos das variáveis meteorologia: 22.85 e geofísica: 7.85.

A classe 3, "Uniparamétrico (Física do Atrito)-Previsão LP-Utilização técnica", explica 18% da análise (45 uce) e inclui contributos da variável engenharia: 131.87.

Plano factorial com as variáveis e as classes projectadas

20		*investig.geofísica	
19		Investigação Teórica	
18		(# 1 e 2)	
17		Previsão CP + LP	
16			
15			
14			"Multiparamétrico-Compreensão
13			Explicação-Previsão LP"
11			#01
10			*investig. geologia
9			Investigação Teórica
8			
7			
6			
5	"Preventivo-Utilização-Comunicação		
4	Previsão CP		
3	#02		
2	*técnico sup. meteorologia		
1	Utilização Resultados Investigação		
0			
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16		"Uniparamétrico (Física do Atrito)	
17		Utilização técnica"-Previsão LP	
18			
19		#03	
20		*investig. engenharia	
21		Investigação Técnica	

O plano factorial mostra a projecção do vocabulário específico das 3 classes apuradas pelo Alceste.

O plano factorial é constituído pelos dois primeiros factores organizadores das concepções que emergiram dos discursos. O primeiro refere-se ao eixo horizontal, tem associada 55,61% de inércia (variância explicada), e foi designado por "da Investigação Teórica à Investigação Técnica"; o segundo factor reporta ao eixo vertical, explica 44,39% da inércia, e designou-se por "da Explicação à Utilização-Comunicação".

Deste modo torna-se possível analisar com mais precisão o posicionamento e a dinâmica das relações que se estabelecem entre as ancoragens temáticas que permitem identificar os pressupostos que, por sua vez permitem a objectivação das diferentes concepções dos cientistas.

Ciência como Explicação. O modelo geodinâmico

O modelo geodinâmico, patente na classe 1, evidencia um conteúdo em que a “Sismicidade auto-desencadeada” nos dá uma visão problematizadora da produção/indução de sismos.

Partindo da hipótese de que a esquizosfera está num estado crítico auto-organizado, poder-se-á ter uma ideia de que a ocorrência de sismos destrutivos em intervalos curtos poderá levantar o problema de estarem relacionados entre si, sem que, contudo, seja posta em causa a hipótese de que certas “causas globais como irregularidades no movimento de rotação da Terra, poderem induzir ou ser induzidas por sismos de elevada magnitude”.

Nesta perspectiva, até “a actividade humana poderá desencadear sismicidade considerável se uma pequena perturbação irreversível do estado de tensão for aplicada num lapso de tempo curto”, tendo por base a analogia de Bak (1996) da “pilha de areia seca que atingiu um certo ângulo de inclinação; a queda de mais um grão de areia pode desencadear pequenas avalanches de poucos grãos, muito frequentes, ou uma grande avalanche de muitos grãos, pouco frequente”.

Nesta perspectiva, a complexidade da lei do atrito nas falhas é a principal causa da complexidade dos sismos, indecíveis a curto prazo mas previsíveis, em sentido probabilístico, a longo prazo .

A capacidade de previsão de fenómenos associados à actividade tectónica num enquadramento geodinâmico em mudança é, obviamente, menor do que em ambientes tectónicos estáveis. A caracterização do regime vigente é, contudo, essencial quer para uma correcta avaliação do risco sísmico, quer para actividades tão diversas como a selecção de sítios e o projecto para-sísmico de grandes obras de engenharia, o armazenamento de resíduos perigosos, ou o ordenamento urbano .

Esta classe conjuga, ainda, e no âmbito da “ciência como explicação”, a inclusão do conhecimento do comportamento da terra em profundidade, para que se compreenda a sua expressão à superfície, numa perspectiva que, girando em torno dos pressupostos antitéticos: quiescência / turbulência, equaciona os diversos parâmetros, que à luz actual dos conhecimentos, poderão contribuir para um melhor conhecimento da génese (no que diz respeito aos conjuntos das solicitações) e previsibilidade dos sismos.

Salientando a importância que, por um lado, o avanço do conhecimento neste área tem tido e, por outro, o conhecimento interdisciplinar, permitindo uma maior abrangência explicativa do fenómeno, referindo a importância da aplicação do modelo da física do estado sólido (do atrito) ao comportamento das rochas, para que melhor se possa estimar a ocorrência dos sismos (no sentido da previsão) e o comportamento dos materiais a montante e, conseqüentemente, a juzante propor medidas mais adequadas de prevenção.

A perspectiva é a de que deverão continuar a manter-se os esforços na previsão dos sismos (sismólogos, tectonistas e engenheiros sísmicos devem desenvolver esforços conjuntos que contribuam para a caracterização do risco sísmico) porque não podemos excluir que, quanto maiores forem os progressos científicos, melhores condições haverá para reduzir a incerteza da indecibilidade no domínio da imprevisibilidade do processo dinâmico das falhas sísmicas.

Mas também serão contributos fundamentais para a definição de políticas de mitigação do risco sísmico que identifiquem as acções a desenvolver no contexto da Protecção Civil, o estabelecimento das políticas de seguros, e o ordenamento do território .

Modelação do mecanismo da fonte sísmica

A modelação do mecanismo da fonte sísmica, patente na classe 3, evidencia a singularidade de um estilo de pensamento que defende a necessidade de investir na modelação do mecanismo da fonte sísmica com o objectivo da previsão sísmica.

Com base nos estudos desenvolvidos sobre rochas submetidas a um certo estado de tensão que evoluem como se fossem um fluido, embora não o sendo; o que se poderá designar de fluência friccional, propõe que se caminhe para a previsibilidade dos sismos.

Na sequência de comunicação na Academia de Engenharia: “O distante objectivo da previsão dos sismos” resultou a constituição de um Grupo de Trabalho sobre “A Previsão sísmica e a difícil mas necessária modelação dos mecanismos da fonte sísmica”. São várias disciplinas que compõem o Grupo de Trabalho de Previsão Sísmica, nomeadamente, a geologia, a meteorologia, a geodesia, a mecânica das rochas, e esperam no final elaborar um relatório com contributos para o ainda distante objectivo da previsão sísmica.

Propõe um modelo matemático do mecanismo gerador dos sismos que aplicou a alguns sismos célebres, como na América, na falha de S. Andreas, o de Kobe e o dos Açores, do qual é possível deduzir um conjunto de funções matemáticas que ligam entre si os principais parâmetros do fenómeno sísmico: a tensão, o deslocamento, a rugosidade das rochas, a viscosidade. Nascimento (2000) tem a convicção que o modelo matemático dos fenómenos sísmicos é essencial para se poder avançar na previsão. Comparando com a meteorologia, que tem um modelo baseado na mecânica dos fluidos – “um domínio das ciências já bem dominado: sem a mecânica dos fluidos a meteorologia não podia fazer previsões!”- afirmando que é preciso desenvolver o equivalente da mecânica dos fluidos, na mecânica das rochas e na mecânica dos sismos. E, com base nesse modelo considera viável o melhoramento progressivo da previsão dos sismos e, eventualmente, do seu controlo, diante de um programa de focos sísmicos que propõe.

Através de um modelo simples, propõe o equivalente da viscosidade, o da fluência friccional que, em seu entender é o equivalente da viscosidade – o ‘creep’ - porque o problema da mecânica dos fluidos apoia-se num modelo muito simples da viscosidade.

É a noção de viscosidade que é fundamental na mecânica dos fluidos, e da termodinâmica, sendo a fluência friccional uma reptação; um fenómeno descontínuo.

O conceito fundamental em engenharia é o coeficiente de segurança, o coeficiente de segurança resulta de uma complementação matemática, meramente matemática, entre dois fenómenos aleatórios, entre dois parâmetros aleatórios. Então, de um lado está a resistência dos materiais, que não é um número exacto, é um conjunto de números com uma distribuição aleatória, portanto, de um lado está a resistência, não é um número, é uma distribuição aleatória, do outro lado estão as solicitações (pode ser um comboio que passa com um certo peso, pode ser um vento, pode ser um sismo, pode ser uma passagem excepcional de muitos veículos) sobre a estrutura, que é outro parâmetro aleatório. Quer dizer, quanto mais afastado estiver a média das solicitações da média da resistência, maior é a segurança. Portanto, no modelo proposto, a técnica utilizada é a da engenharia.

Cultura de risco, prevenção, comunicação

Por fim, **na classe 2**, é visível um pensamento que remete para a interacção da ciência com a sociedade, com base na responsabilidade e na ética, não só dos cientistas, mas de todos os actores envolvidos nos processos de decisão em risco sísmico, desde os políticos ao cidadão.

Partindo do princípio de que a comunidade científica se tem afastado dos leigos no que diz respeito à comunicação, e tomando como exemplo a meteorologia, reforça a necessidade duma maior interacção entre cientistas e sociedade devendo o cientista preocupar-se, sentir responsabilidade, com o impacto social do seu trabalho.

Salienta-se, ainda o facto de o objectivo da previsão científica ter vindo a perder o seu impacto inicial na comunidade científica e que, em face da incapacidade de previsão a curto prazo será necessário investir na prevenção, mas uma prevenção que não ignore a necessidade de previsão, cuja dificuldade reside na grande heterogeneidade planetária.

Sendo, portanto, necessário ter em conta, também, o investimento nas formas de comunicar, de maneira a que seja possível promover e alterar comportamentos, é salientada a importância de, a montante, passar a informação de que o risco nulo não existe, assim, a jusante, ajudar a mitigar os danos decorrentes dos sismos numa perspectiva que se preocupa com a especificidade da identidade científica na comunicação para públicos exteriores ao campo científico.

Em suma, da conjugação da análise dos dados aqui apresentados, resultantes da conjugação dos resultados do Alceste com a análise de conteúdo clássica e com a análise documental de trabalhos escritos produzidos por alguns dos cientistas participantes, podemos concluir que os discursos dos cientistas consubstanciam o que poderemos designar de 'racionalidade activa', quanto ao fenómeno sísmico, na medida em que possuem o conhecimento e as formas de o usarem, que expressa de formas diferenciadas consoante os seus objectivos e interesses científicos e sociais.

A Investigação Teórica (classe 1; caos fraco) e a Investigação Técnica (classe 3; caos forte) sobrepõem-se e distanciam-se na questão do tipo de caos e das solicitações consideradas: isto é, na classe 3 defende-se um caos determinista, assentando no pressuposto de que uma pequena solicitação poderá provocar um grande efeito; o denominado 'efeito borboleta', enquanto na classe 1 se defende que o sistema é indecível, umas vezes poderá comportar-se como um caos fraco e outras como um caos forte, sendo preciso considerar, nesta perspectiva, 'o conjunto das solicitações' o responsável pelos efeitos.

A Investigação Técnica (classe 3) e a Investigação Teórica (Geofísica) sobrepõem-se na questão do estudo das fontes ser uma questão para a engenharia com o objectivo da prevenção. As duas classes referidas sobrepõem-se à classe 1 no que diz respeito à importância da física do atrito, com base no modelo da mecânica dos fluidos, utilizada na meteorologia, para a explicação da mecânica dos solos. Aplicada ao fenómeno sísmico.

A Investigação Teórica (Geofísica) e a Utilização (classe 2) sobrepõem-se nas questões da prevenção no curto prazo e aviso prévio da população, informação e comunicação para sociedade com o objectivo da prevenção, com base na ética e responsabilidade dos cientistas, políticos e todos os actores envolvidos no conhecimento e mitigação do risco sísmico.

Em suma

Poderemos concluir que os contextos de produção e os paradigmas e comunidades de pensamento científico constituem parâmetros que contribuem para a explicação dos diferentes estilos encontrados, configurados nas três classes temáticas analisadas. Os estilos resultam e dão visibilidade, tanto à disciplina, como à instituição de pertença, encontrando-se estas interligadas. Ancorados em pressupostos ou *thémata* diferenciados, enformam os objectivos científicos dos sujeitos, cuja extensão social, também depende desses pressupostos.

Assim, na classe 1 encontramos contributos de sujeitos provindos da mesma instituição e com formação paradigmática de raízes comuns. Na classe 2 encontramos sujeitos que já pertenceram à mesma instituição e que partilham objectivos de comunicação a públicos diferenciados dos pares, promovendo atitudes e comportamentos em função da informação comunicada, que por sua vez, advém do estado actual dos conhecimentos e da técnica. Esta intersecção é patente no contributo do mesmo sujeito para as classes 1 e 2, tornando visível que através dos pressupostos partilhados diferentes sujeitos provindos de disciplinas paradigmáticas diferentes poderão comunicar em função de objectivos científicos diferenciados, por sua vez, ancorados na importância relativa atribuída aos *thémata* que ‘circulam’ na comunidade científica.

Não obstante, a especificidade do risco sismo , que apesar de ancorado, a montante, num suporte físico – a perigosidade (o hazard), não deixa, contudo, de representar um tipo de risco socialmente condicionando (tanto na redução como no aumento da vulnerabilidade social ao risco) e, nesta dimensão, não se distancia de outros tipos de risco, socialmente construídos, conforme a terminologia da Teoria Social do Risco