

Simões, L. (1997). A Importância da Integração dos Riscos Geológicos, no Planeamento, no Ordenamento do Território e na Protecção do Meio Ambiente: Conceitos e Algumas Ideias. *Millenium*, 7

---

## A IMPORTÂNCIA DA INTEGRAÇÃO DOS RISCOS GEOLÓGICOS, NO PLANEAMENTO, NO ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO E NA PROTECÇÃO DO MEIO AMBIENTE: CONCEITOS E ALGUMAS IDEIAS

Luís Manuel Fernandes Simões \*

\* Professor Adjunto - Director do Curso de Engenharia do Ambiente da ESTV

### Resumo

De forma resumida e simplificada, explana-se um conjunto de conceitos e ideias acerca da importância crescente que o tratamento dos riscos naturais, e em particular o tratamento dos riscos geológicos, ocupa (ou deve ocupar) nas diferentes etapas do planeamento, ordenamento do território e da preservação da sua envolvente ambiental. São comentados as acções e aspectos gerais da prevenção de riscos naturais em geral, e de riscos geológicos em particular, como a identificação de zonas de risco, a estimação da periodicidade das fases paroxísmicas dos processos naturais, a previsão do momento em que tais podem ocorrer e a prevenção e correcção de danos. O zonamento do território baseado na avaliação da vulnerabilidade e do risco é considerado o instrumento fundamental para a integração dos riscos no planeamento ambiental; distingue-se entre o zonamento para o planeamento e ordenamento do território, o de carácter preventivo e o de carácter correctivo.

Os níveis de vulnerabilidade e de risco são estabelecidos por elaboração e análise de cartas de unidades integradas (zonas) ou de cartas temáticas específicas. Em ambos os casos o risco é um factor primordial para a avaliação da capacidade das unidades territoriais para os distintos usos.

Com base na informação recolhida nas cartas de riscos, podem estabelecer-se normas de carácter preventivo, determinar prioridades quanto às medidas correctivas dos danos, estabelecer planos de protecção civil e implementar sistemas de vigilância dos fenómenos e alerta às populações.

## I. Introdução

O ordenamento do território e a planificação ambiental requerem o conhecimento detalhado de todos os aspectos e pormenores da superfície terrestre que influenciem as actividades humanas ou que possam ser afectados ou alterados por estas. Os aspectos da superfície terrestre que interessam ao planeamento e ordenamento do território decorrem dos processos e fenómenos naturais que aí ocorrem e que a tendem a modelar. De acordo com a origem e processos envolvidos, tais aspectos apresentam carácter estático ou carácter dinâmico. Nos aspectos de carácter estático incluem-se todos aqueles que dizem respeito ao enquadramento geológico/estrutural do território à escala regional (escala megascópica) e local (escalas meso e macroscópica), à caracterização petrográfica e geotécnica dos materiais geológicos identificados e respectiva distribuição espacial. Aos aspectos de carácter dinâmico reportam-se todos os processos e mecanismos relacionados com a geodinâmica externa da Terra.

Desde há muito que é reconhecida, no início de forma puramente empírica, a influência que a dinâmica da superfície terrestre tem no condicionamento quantitativo e qualitativo do tipo de uso que o Homem pode fazer dos diferentes segmentos da mesma; é nesta dinâmica, nos seus mecanismos e nos fenómenos naturais de que é responsável, que se situa a noção de risco geológico.

## II. Noção de Risco Geológico

A noção de risco geológico está integrada numa noção de âmbito mais vasto que é a de risco natural. A amplitude dos danos e perdas provocados por uma catástrofe, tenha ela origem natural ou origem antrópica, depende em primeiro lugar da natureza e da magnitude das suas causas, mas também das características do espaço territorial em que ocorre. Tal significa a existência de segmentos da superfície terrestre mais vulneráveis do que outros a riscos potenciais, de origem natural e/ou antrópica. A vulnerabilidade de uma região a tais riscos depende de factores tão diversos como a densidade populacional, a natureza dos seus bens tecnológicos e culturais, o tipo de organização social e económica e a capacidade exibida pelas comunidades para enfrentarem os diferentes factores de risco.

Nesta perspectiva Brum Ferreira (1993) define risco ambiental como o produto da frequência e da magnitude dos factores de risco naturais e antrópicos pela vulnerabilidade a esse mesmo risco. Se retivermos apenas a vulnerabilidade de um território aos factores de risco de natureza geológica, chegamos à noção de risco geológico (Figura 1).

Enquanto os factores de risco constituem um perigo potencial para as populações e bens, o risco ambiental integra as consequências da ocorrência desses mesmos factores independentemente da sua origem.



Figura 1 ----- Definição de risco geológico integrada na noção de risco ambiental (modificado de Brum Ferreira, 1993).

### III. Aspectos Gerais da Avaliação e Prevenção de Riscos Geológicos

A maioria dos processos geológicos tem lugar de forma gradual, com magnitudes que não representam perigo para as populações nem afectam o normal funcionamento das suas actividades. No entanto, em determinados locais e em certos momentos, ocorrem fases críticas (fases paroxísmicas), durante as quais a magnitude dos processos geológicos é muito superior à habitual. Tais ocorrências são frequentemente responsáveis pela devastação de grandes áreas da superfície terrestre, por perdas de vidas humanas, das suas obras e actividades e pela desorganização social e económica das comunidades; constituem, então, sérios constrangimentos ao desenvolvimento das regiões afectadas.

Os processos naturais e os processos geológicos em particular, tais como aqueles que produzem sismos, erupções vulcânicas, deslizamentos de terras e avalanches de lama, quedas de blocos, assoreamentos, inundações, erosão costeira, ... apenas são causadores de danos quando atingem as populações, os seus bens ou as suas actividades. No entanto, e apesar do estado de desenvolvimento científico e tecnológico das sociedades modernas, o número de vítimas mortais directa/indirectamente provocadas por catástrofes tem-se mantido dramaticamente elevado (ver tabela 1), tendo mesmo aumentado em cerca de 6% ao ano desde 1960 (Masure et al., 1994).

Tabela 1 ---- Confronto entre as ocorrências de desastres naturais e as suas consequências em perdas de vidas humanas à escala mundial, entre 1960 e 1980 (Masure, et al, 1994).

Origem das catástrofes:	Climática	Geodinâmica	Total
Nº de ocorrências	21	23	44
Vítimas mortais	413 000	840 000	1 253 000
Média de vítimas mortais por ocorrência	19 700	36 500	28 500
Média de vítimas mortais por ano	37 500	76 000	113 500
Origem das catástrofes:	Climática	Geodinâmica	Total
Vítimas mortais:			
Menos que 100	11	5	16
Entre 100 e 1000	7	5	12
Entre 1000 e 10 000	2	7	9
Entre 10 000 e 50 000	0	4	4

---

Superior a 50 000	1	2	3
-------------------	---	---	---

A tal facto não é alheio o crescimento exponencial da população mundial, em particular após os meados do século XIX, a explosão demográfica descontrolada verificada em países economicamente deprimidos do continente africano, Sul americano e do sudeste asiático e a concentração das populações em gigantescas cidades com dezenas de milhões de habitantes, muitas delas implantadas em zonas de elevado potencial de risco natural e onde as políticas de planeamento e ordenamento do território estão quase sempre ausentes ou são ineficazes. No fim do século XX poucas são as sociedades no mundo com tradição e uma cultura de planear e ordenar o território, onde têm que se desenvolver e evoluir.

Como mostra a tabela 2, a distribuição geográfica das catástrofes com origem em fenómenos naturais não é, à escala do planeta, homogénea.

Tabela 2 ----- Distribuição das catástrofes naturais em função do desenvolvimento económico dos países, no período entre 1960 -1980 (modificado de Masure et al. 1994).

PIB dos países	Nº de catástrofes	Nº de vítimas	Percentagens
Baixo	329	1 090 900	76.0
Médio	451	335 000	23.3
Alto	79	10 000	0.7
Totais	859	1 435 900	100.0

As catástrofes originadas por fases paroxísmicas de processos naturais colocam, assim, enormes obstáculos ao crescimento económico e social nos países em desenvolvimento mas também em países desenvolvidos, particularmente em zonas densamente povoadas.

O registo mundial das catástrofes de origem natural verificadas entre o período de 1970 e 1985 revela a relação existente entre a amplitude dos danos e o estado de desenvolvimento das regiões onde tais fenómenos ocorrem. Esta relação é posta em evidência na tabela 3.

Tabela 3 ----- Distribuição dos danos devidos a catástrofes de origem natural em países desenvolvidos (Masure, et al., 1994).

Região	<u>América do Norte</u>		<u>Europa Ocidental</u>		<u>Resto do Mundo</u>	
	Número	%	Número	%	Número	%
Catástrofes	151	22.5	59	8.8	461	68.7
Vítimas	3 517	0.2	7 180	0.5	1 411 662	99.2
Danos cobertos por seguros	10 976	61.8	3 773	21.2	3 023	17.0
(Milhões de dólares)						

Apesar de se registarem na América do Norte 2.5 vezes mais catástrofes que na Europa Ocidental, o número de vítimas verificadas é cerca de metade. Esta evidente e profunda diferença de vulnerabilidade das populações às fases críticas dos fenómenos naturais versus riscos dessas mesmas fases é indicador que tal "injustiça social", de origem natural, não é uma inevitabilidade. Por outro, lado é possível às sociedades modernas organizarem-se de forma a formularem e a implementarem políticas de planeamento e ordenamento do território que visem no essencial a prevenção, a mitigação e a correcção dos danos e prejuízos provocados pelas catástrofes. A articulação destas políticas entre todas as entidades oficiais e os agentes da comunidade, cuja acção e contributo são indispensáveis em caso de catástrofe, nomeadamente a Protecção Civil, Autarquias, Bombeiros, Polícias, agentes distribuidores de electricidade, água e gás e de outros bens de primeira necessidade, é fundamental para o sucesso e

eficácia de tais políticas; a tabela 3 mostra que, também nestes aspectos, os países europeus têm muito que progredir relativamente à América do Norte.

As fase críticas em processos geológicos, apesar de não serem frequentes, são uma característica quase constante do funcionamento desses processos sendo, portanto, possíveis de prever em determinadas condições e situações (Smith, 1985).

A tomada de decisão acerca do uso do território, tendo como preocupação minimizar os efeitos dos processos naturais em geral, e dos geológicos em particular, deve ser baseada na avaliação da natureza e magnitude dos riscos presentes e seus impactos potenciais. Tal avaliação deve integrar diferentes componentes de carácter multidisciplinar, que dizem respeito não só à realidade actual mas também à evolução histórica das ocorrências no território a ordenar. Dessas componentes destacam-se:

- a identificação das zonas sujeitas a diferentes tipos de riscos (zonamento);
- a estimativa da intensidade provável das fases críticas;
- a determinação da periodicidade provável das fases críticas;
- a previsão do momento da ocorrência das fases críticas;
- a prevenção de danos;
- a minimização e correcção dos danos.

Alguma da informação fundamental de natureza geológica necessária à avaliação de riscos é sumariada em Hays e Shearer (1981), de onde se extraiu a tabela 4.

No planeamento e no ordenamento do território uma das etapas de maior importância é o zonamento do território de acordo com os diferentes níveis de riscos. O zonamento do território é a primeira etapa da incorporação dos riscos naturais em geral, e dos geológicos em particular, no planeamento ambiental.

No estado actual de conhecimentos, na elaboração de um zonamento importa distinguir entre o conceito de vulnerabilidade e o de risco. O primeiro refere-se à probabilidade de que um determinado

processo afecte uma zona com uma determinada intensidade, independentemente de afectar ou não as populações; o conceito de risco inclui a possibilidade da existência de danos nas populações, instalações, infraestruturas ou actividades. Assim, no zonamento de um território há que ter em conta não só a vulnerabilidade das zonas aos fenómenos naturais, como a existência de população, infraestruturas, actividades, etc. que possam ser atingidas. É, portanto, diferente um zonamento que expresse os diferentes graus de vulnerabilidade (ou de risco potencial) a um determinado processo de um zonamento de níveis de riscos. Por exemplo, uma zona atingida por sismos de média a elevada magnitude, com uma periodicidade da ordem de dezenas de anos, mas que seja desabitada e onde a actividade antrópica esteja ausente, apresentará um elevado grau de vulnerabilidade e um risco nulo, já que o fenómeno geológico não produzirá danos ao Homem; ao contrário, se a periodicidade do fenómeno geológico é da ordem de séculos, mas a região é densamente povoada, o grau de vulnerabilidade é menor mas o risco é muito maior.

Tabela 4 ---- Dados geológicos necessários para o planeamento e tomadas de decisão com vista a minimizar os danos causados por fenómenos geológicos (Hays e Shearer, 1981).

Redução dos efeitos da tomada de decisão	Informação técnica necessária acerca de riscos sísmicos, cheias, estabilidade de terrenos e erupções vulcânicas
Prevenção	<p>Quais as zonas afectadas no passado ? Quais as zonas actuais de risco ?          Que zonas serão de risco no futuro ?</p> <p>Qual é a frequência das fases críticas ?</p>
Zonamento do uso da terra	<p>Quais as zonas afectadas no passado ? Quais as zonas actuais de risco ?          Que zonas serão de risco no futuro ?</p> <p>Qual é a frequência das fases críticas ?</p>

Projecto de engenharia	<p>Quais são as suas causas físicas ?</p> <p>Quais são os efeitos físicos ?</p> <p>Como é que os efeitos físicos variam dentro do território ?</p> <p>Qual o zonamento do território que conduz a uma redução dos danos em certos tipos de construções ?</p> <p>Quais as zonas afectadas no passado ? Quais as zonas actuais de risco ? Que zonas serão de risco no futuro ?</p> <p>Qual é a frequência das fases críticas ?</p> <p>Quais são as suas causas físicas ?</p> <p>Quais são os efeitos físicos ?</p> <p>Como é que os efeitos físicos variam dentro do território ?</p> <p>Quais os métodos e técnicas de engenharia que maximizam a capacidade de resistência de um local e de uma estrutura aos efeitos físicos de uma fase crítica de um fenómeno geológico de acordo com um nível de risco aceitável ?</p> <p>Quais as zonas afectadas no passado ? Quais as zonas actuais de risco ? Que zonas serão de risco no futuro ?</p> <p>Qual é a frequência das fases críticas ?</p>
Distribuição dos danos	

	<p>Quais são as suas causas físicas ?</p> <p>Quais são os efeitos físicos ?</p> <p>Como é que os efeitos físicos variam dentro do território ?</p> <p>Qual tem sido o zonamento implementado no território ?</p> <p>Quais os métodos e técnicas de engenharia que têm sido adoptados na área com vista a maximizar a capacidade de resistência das estruturas aos efeitos físicos de uma fase crítica de um fenómeno geológico de acordo com um nível de risco aceitável ?</p> <p>Quais os danos anuais esperados para a área ?</p> <p>Quais os danos máximos anuais prováveis ?</p>
--	--

O tipo de zonamento é também função dos fins para os quais é elaborado. Se o zonamento tem como principal objectivo uma acção de carácter preventivo, que evite a fixação de pessoas, bens e/ou actividades em zonas identificadas como potencialmente perigosas, o mais adequado é um zonamento de graus de vulnerabilidade. Se se deseja levar a cabo medidas correctivas e minimizadoras de danos, um zonamento de riscos será o mais indicado.

O risco geológico avalia-se, então, pela probabilidade de um segmento de superfície terrestre experimentar processos de natureza geológica de uma certa intensidade e frequência e pela interacção entre esses processos e os seres humanos.

#### IV. O Planeamento Ambiental e o Ordenamento do Território

O planeamento ambiental ou físico tem como objectivo central a utilização correcta e eficaz do território, de acordo com as suas potencialidades e limitações; tal implica que uma comunidade, actividade ou bem só deverá implantar-se em zonas onde as condições ambientais sejam óptimas (idealmente) para o seu desenvolvimento e estabilidade.

Segundo este conceito, o planeamento e o ordenamento do território deverão ser orientados para a identificação e delimitação das unidades territoriais, susceptíveis de serem caracterizadas e avaliadas quanto às suas características físicas, de modo a que possam ser utilizadas na distribuição espacial dos aglomerados populacionais e respectivas actividades (Cendrero, 1987). Com esta distribuição espacial deve-se não só otimizar as capacidades das unidades territoriais, mas também minimizar os impactos negativos sobre as mesmas. Esta harmonização entre capacidade e impacto, entre os efeitos das actividades antrópicas sobre o meio e os efeitos deste sobre aquelas, é a essência do planeamento ambiental (Gomez, 1978; Claver et al., 1982; Cendrero, 1882).

A consideração e o estudo dos processos geológicos activos que actuam na superfície da terrestre, ou que a possam afectar, é uma parte substancial e uma condição básica de sucesso do exercício de avaliar as capacidades e os impactos das diferentes actividades em cada zona definida.

As zonas territoriais que estão sujeitas à ocorrência periódica de fases críticas de fenómenos de origem natural, com magnitudes tais que impliquem riscos, têm, como é lógico, uma capacidade menor para uma série de usos. Por outro lado, as diferentes actividades antrópicas podem produzir impactos negativos sobre os processos naturais, modificando-os, de modo a que se produza um incremento dos riscos para as populações. Nesta perspectiva, uma zona submetida a risco anual de inundações tem uma capacidade muito baixa para a maioria dos usos. Se a periodicidade das inundações forem da ordem das dezenas de anos, a capacidade da zona de suportar actividades de urbanização continuará baixa (elevado nível de risco) mas, por exemplo, aumentará para o uso agrícola. Por outro lado a desflorestação, a monocultura intensiva, o plantio extensivo em vertentes de espécies de crescimento rápido e de fraca produção de manta morta, produzem impactos negativos no meio ao contribuírem para o incremento da taxa de erosão dos solos, o assoreamento das linhas de água e conseqüente degradação ou mesmo destruição de sistemas ecológicos, quer terrestres quer aquáticos.

Portanto, a elaboração de uma cartografia de zonas de riscos para planificar o uso do território constitui um instrumento que serve não só para prevenir os danos que a dinâmica do meio pode causar às populações e às suas actividades, mas também para proteger o meio ambiente de modificações não desejáveis na sua dinâmica.

A elaboração de uma cartografia visando o zonamento do território com base na determinação das características físicas, das classes de capacidade e graus de vulnerabilidade e dos impactos das

actividades, em diferentes zonas, segue diversos procedimentos que têm sido largamente explanados em Anon, 1965, 1972, 1976; Lutzen et al., 1971; Matula, 1971; Forster et al., 1978; Froelich et al., 1978; Robinson et al., 1978; Soule, 1980; Johnson et al., 1981; Perrusset, 1981; Smolka et al., 1981; Nickless, 1982; Browne et al., 1985; Gostelow et al., 1986; Brook, et al., 1987; Doornkamp et al., 1987; McMillan et al., 1987; Ferreira, 1993; Rodrigues et al., 1993; Masure, 1994.

De modo simplificado, os procedimentos descritos na bibliografia seguem, na sua essência, duas metodologias (Cendrero, 1987) complementares:

- delimitação de unidades cartográficas "homogéneas" que representem, de forma integrada, o conjunto das características do território: materiais geológicos existentes e sua distribuição espacial, características geomorfológicas, processos naturais activos, tipos e características dos solos, da fauna, da flora, o clima, etc.. Estas unidades são posteriormente avaliadas quanto à sua capacidade ante distintos usos e respectivos impactos. Esta metodologia proporciona uma descrição e uma integração prévia da realidade do território, em mapas descritivos;
- representação do território descrito num conjunto de mapas temáticos para cada um dos elementos considerados: mapas geológicos, mapas geomorfológicos, mapas de pendores, mapas de solos, mapas hidrogeológicos e hidrológicos, mapas de distribuição da vegetação, ... Neste caso a cartografia descritiva é sectorizada e a integração e a avaliação do território são estabelecidas a partir de mapas temáticos.

O resultado final destas duas metodologias é a obtenção de mapas de capacidade, de impacto ou de aptidão (combinação da capacidade e impacto), que incluem o resultado da avaliação do território que não depende exclusivamente da realidade física objectiva mas também dos critérios de avaliação utilizados.

#### V. Integração dos Riscos Geológicos no Planeamento e Ordenamento do Território

No processo geral de planeamento e ordenamento do território, independentemente das metodologias e procedimentos seguidos na avaliação de riscos e do tipos de riscos que afectam um segmento da superfície terrestre, interessa que o documento final seja útil para a resolução dos seguintes problemas (Cendrero et al., 1986):

- delimitação de zonas com distintos graus de vulnerabilidade (alto, médio, baixo ou nulo), de forma a que o mapa final sirva como instrumento preventivo no planeamento e ordenamento da ocupação da terra;
- definição de planos de acção e prioridades de ajuda a integrar na política geral de protecção civil, que sejam exequíveis e eficazes;
- reconhecimento dos locais onde as infraestruturas básicas, nomeadamente vias de comunicação, abastecimento de água e energia, apresentem elevado risco de serem afectadas em caso de catástrofe, pondo em causa a eficácia dos planos de acção da protecção civil;
- formulação de políticas gerais conducente a reduzir os efeitos dos potenciais riscos geológicos, através da previsão e prevenção de catástrofes e de medidas de minimização e correcção dos danos. Neste caso é útil a quantificação de índices ou graus de vulnerabilidade com significado económico, já que a aplicação destas medidas implica o estabelecimento de prioridades quanto às acções a realizar.

Um possível índice a ser utilizado é o seguinte (Cendrero, 1987 e modificado de Fournier D`Albe, 1979):

$$IR = \frac{V \times v}{P}$$

onde: IR= índice de risco (escudos/ano)

V= valor (escudos)

v= vulnerabilidade (%)

P= periodicidade (anos)

Apesar das dificuldade em estimar a periodicidade das ocorrências, e sobretudo em determinar a vulnerabilidade de uma zona a determinado fenómeno, este índice, com todas as imprecisões de que pode ser afectado, é um dado que pode permitir estabelecer uma hierarquia de danos potenciais por

ano, caso as condições ambientais se mantenham inalteradas num largo período de tempo. Esta hierarquia pode servir como indicador das zonas em que é mais aconselhável aplicar primeiro as medidas correctivas, por corresponderem aquelas onde se pode evitar danos e perdas maiores.

- identificação de locais onde é necessário estabelecer sistemas de vigilância e alerta, bem como o tipo destes. Estes sistemas devem detectar, nos casos em que tal é tecnologicamente possível, os indicadores premonitórios de uma fase paroxísmica potencialmente perigosa dos processos e fenómenos geológicos: deformações na crosta, actividade sísmica anormal, emanações gasosas no caso de vulcanismo; estudo do estado de tensão da crosta, de parâmetros eléctricos e magnéticos no caso de sísmos; indicadores meteorológicos de aproximação de chuvas torrenciais e ventos fortes no caso de inundações e furacões.

O processo de avaliação e cartografia de riscos, aqui descrito de forma sumária, tem sido limitado essencialmente aos aspectos de carácter técnico e que dizem respeito, desde a primeira abordagem, aos profissionais das Ciências da Terra.

Como em ponto anterior já foi aflorado, para que as acções nesta matéria sejam eficazes é fundamental estabelecerem-se canais e sistemas de informação com as mais diversas autoridades interessadas e a população em geral (figura 2), para que se adoptem medidas legislativas e de prevenção que sejam viáveis e aceites a nível colectivo e individual (Undro, 1984).

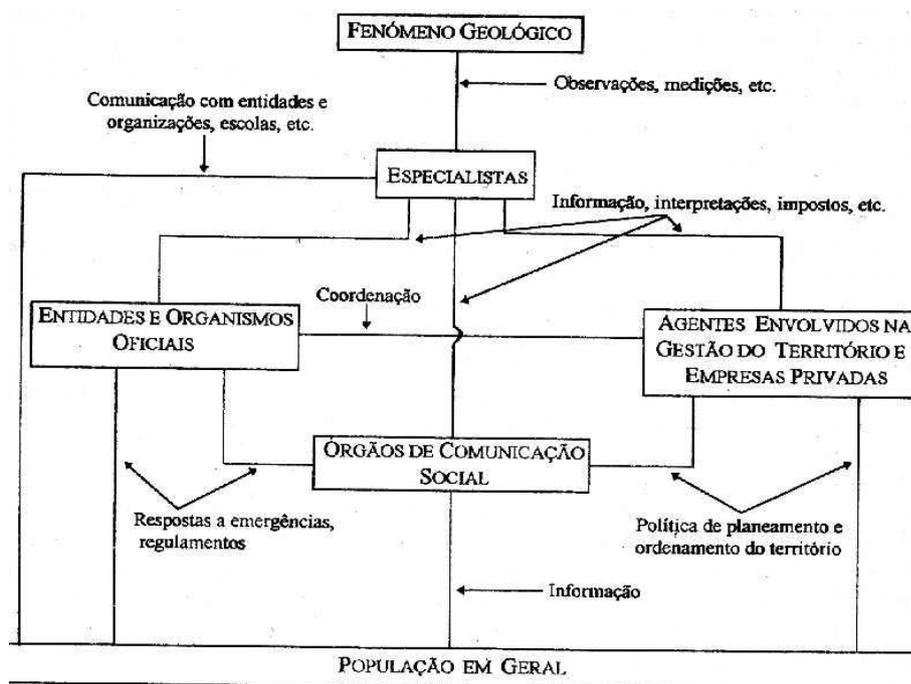


Figura 2 ----- Possível relação entre um processo de origem geológica e a população afectada por ele; canais de comunicação entre todos os agentes envolvidos na formulação e implementação das políticas de planeamento e ordenamento do território (modificado de Peterson, 1988).

No que se refere á ligação com as diversas entidades e disciplinas é necessário que em todas as etapas do planeamento e ordenamento de um território, desde as fases do estudo prévio até à tomada de decisão final, os especialistas em Ciências da Terra estejam presentes e sejam chamados a dar o seu contributo científico e técnico.

### Bibliografia

Anon, 1965. Engineering Geological Maps of Prague, Scale 1:50 00. Sheet A, Geological Map; Sheet B, Ground and Surface Water; Sheet C, Geological Documentation; Sheet D, Engineering Geological Zoning. Prague.

Anon, 1972. The preparation of maps and planes in terms of engineering geology. Quarterly Journal of Engineering Geology, 5.

Anon, 1976. Engineering Geological Maps: a Guide to their Preparation. UNESCO Press, Paris.

Simões, L. (1997). A Importância da Integração dos Riscos Geológicos, no Planeamento, no Ordenamento do Território e na Protecção do Meio Ambiente: Conceitos e Algumas Ideias. *Millenium*, 7

---

Bell, F. G., Cripps, J. C., Culshaw, M. G. & O'Hara, M., 1987. Aspects of geology in planning. Proceedings of the 22nd Annual Conference of the Engineering Group of Geological Society - Plymouth Polytechnic. Publ. by Geological Society of London.

Brook, D. & Marker, B. R., 1987. Thematic geological mapping as an essential tool in land-use planning. Planning and Engineering Geology. Geological Society, London, Engineering Geology Special Publication, 4.

Browne, M. A. E. & Hull, J. H., 1985. The environmental geology of Glasgow, Scotland - a legacy of urban surface and subsurface mining. Proceedings of the 20th Forum on Geology of Industrial Minerals. Baltimore, Maryland.

Brum Ferreira, A., 1993. Geomorfologia e ambiente, contributo metodológico. Estudos de Geografia Física e Ambiente, C.E.G., Linha de Acção de Geografia Física, Rel. nº 32.

Cendrero, A., 1982. Técnicas e instrumentos de análisis para la evaluación, planificación y gestión del medio ambiente. CIFCA, Séries Opiniones, Pol. y Plan. Ambiental, nº 6.

Cendrero, A., 1987. Riesgos geológicos, ordenación del territorio y protección del medio ambiente. In: Riesgos Geológicos. Inst. Geol. y Min. de España, Madrid.

Cendrero, A. et al., 1986. Detailed geological hazards mapping for urban and rural planning in Vizcaya, Northern Spain. Norges Geologiske Undersøkelse / Universitetsforlaget.

Claver, I. et al., 1982. Guía para la Elaboración de Estudios del Medio Físico. COTMA, Madrid.

Dearmen, W. R., 1987. Land evaluation and site assessment: mapping of planning proposals. Proceedings of the 22nd Annual Conference of the Engineering Group of Geological Society - Plymouth Polytechnic. Publ. by Geological Society of London.

Doornkamp, J. C., Brunnsden, D., Cooke, R. U., Jones, D. K. C. & Griffiths, J. S., 1987. Environmental geology mapping: an international review. Planning and Engineering Geology. Geological Society, London, Engineering Geology Special Publication, 4.

Forster, A., Hobbs, P. R. N., Wyatt, R. J. & Entwisle, D. C., 1978. Application in an Atlantic coast environment - II. Franconia Area, Fairfax County, Virginia. Nature to be commanded must be obeyed. United States Geological Survey, Washington DC, Professional Paper 950.

Froelich, A. J., Garnaas, A. D. & Van Driel, J. N., 1978. Franconia Area, Fairfax County, Virginia. Planning a new community in an urban setting. Nature to be commanded must be obeyed. United States Geological Survey, Washington DC, Professional Paper 950.

Simões, L. (1997). A Importância da Integração dos Riscos Geológicos, no Planeamento, no Ordenamento do Território e na Protecção do Meio Ambiente: Conceitos e Algumas Ideias. *Millenium*, 7

---

Fournier D`Albe, E. M., 1979. Objectives of volcanic monitoring and prediction. *J. Geol. Soc. London*, Vol. 136.

Gomez Orea, D., 1978. El medio físico y la planificación. Cuadernos des CIFCA, Vol. I-II, Madrid.

Gostelow, T. P. & Browne, M. A. E., 1986. Engineering geology of the upper Forth Estuary. Report of the British Geological Survey, 16, nº 8.

Hays, W. W. & Shearer, C. F., 1981. Suggestions for improving decision making to face geologic and hydrologic hazards. Facing geologic and hydrologic hazards - earth science consideration. United States Geological Survey Professional Paper, 1240-B.

Johnson, K. S., Lusa, K. V. 1981. Preparation of regional maps showing natural and man-made geologic hazards. 26th International Geological Congress, Paris. In: Bull. Int. Ass. Engineering Geology, nº 23.

Lutzen, E. E. & Rckaway, J. D. Jr., 1971. Engineering geology of St. Louis county, Missouri (USA). Engineering Geology Series, nº 4. Missouri Geological Survey and Water Resources.

Masure, P., Kluyver, H. M. & Sustrac, G., 1994. Impact of geological hazards to development. *Geology and the Environment in Western Europe*. A coordinated statement by the Western European Geological Surveys. Clarendon Press. Oxford.

Matula, M., 1971. Engineering geologic mapping and evaluation in urban planning. Environmental Planning and Geology, US Department of Housing and Urban Development, US Department of Interior.

McMillan, A. A. & Browne, M. A. E., 1987. The use or abuse of thematic mining information maps. Planning and Engineering Geology. Geological Society, London, Engineering Geology Special Publication, 4.

Nickless, E. F. P., 1982. Environmental geology of the Glenrothes district. Fife Region; Description of 1:25 000 sheet NO. 20. Report of the Institute of Geological Sciences, nº 32/15.

Perrusset, A., 1981. Mapping geological hazards. 26th International Geological Congress, Paris. In: Bull. Int. Ass. Engineering Geology, nº 23.

Peterson, D.W., 1988. Volcanic hazards and public response. *Journal of Geophysical Research*, 93.

Robinson, G. D. & Speiker, A. M., 1978. Nature to be commanded must be obeyed. United States Geological Survey, Washington DC, Professional Paper 950.

Rodrigues, M. L., Zêzere, J. L. & Machado, C. R., 1993. A aplicação de metodologias na avaliação de riscos naturais. *Estudos de Geografia Física e Ambiente*, C.E.G., Linha de Acção de Geografia Física, Rel. nº32.

Simões, L. (1997). A Importância da Integração dos Riscos Geológicos, no Planeamento, no Ordenamento do Território e na Protecção do Meio Ambiente: Conceitos e Algumas Ideias. *Millenium*, 7

---

Smith, J. V., 1985. Protection of the human race against natural hazards. *Geology*, Vol. 13 (10).

Smolka, A., Berz, G., 1981. Methodology of hazard mapping - Requirements of the insurance industry (Demonstrated by the example of a world map of natural hazards). 26th International Geological Congress, Paris. In: *Bull. Int. Ass. Engineering Geology*, nº 23.

Soule, J. M., 1980. Engineering geologic mapping and potencial geologic hazards in Colorado. *Bulletin of the International Association of Engineering Geology*, 21.

Undro, 1984. Disaster prevention and mitigation. Preparedness aspects, Vol. 11. United