



VIII CONGRESSO PORTUGUÊS DE SOCIOLOGIA

40 anos de democracias: progressos, contradições e prospetivas

ÁREA TEMÁTICA: Teorias e Metodologias [AT]

A PERCEÇÃO DO RISCO DE EROSÃO COSTEIRA E GALGAMENTO OCEÂNICO E A PRODUÇÃO DE UM ÍNDICE DE VULNERABILIDADE SOCIAL: A METODOLOGIA MULTICRITÉRIO AHP (ANALYTIC HIERARCHY PROCESS), ÂMBITO DE APLICAÇÃO E LIMITAÇÕES DE ANÁLISE

CRAVEIRO, João Lutas

Doutoramento em Sociologia do Desenvolvimento e da Mudança Social

Faculdade de Ciências Sociais e Humanas da Universidade Nova de Lisboa

jcraveiro@lnecc.pt

Resumo

O presente artigo resume uma aplicação da metodologia AHP (Analytic Hierarchy Process) como metodologia multicritério para a seriação e ponderação de informação recolhida e produzida de carácter social, económico e ambiental.

Explora-se, deste modo, a construção de um índice de vulnerabilidade, no caso considerado, atendendo à ocupação humana dos territórios face aos riscos de erosão e galgamento costeiros.

A construção do índice envolve, assim, dados de natureza geomorfológica, dinâmica marítima e dados sobre a mudança de uso do solo, população e edificações. A aplicação desta metodologia teve como referências territoriais núcleos urbanos seleccionados nas zonas costeiras de Espinho e Costa da Caparica, em Portugal Continental.

Abstract

The paper summarizes an application of the AHP methodology (Analytic Hierarchy Process) as a tested methodology in order to serialization the collected data from various sources. A vulnerability index is explored given the human occupation of territories and its exposure to coastal erosion and sea overtopping.

The index involves geomorphological data, the maritime dynamic and others indicators concerning land use variation, the characteristics of population and housing. The methodology was first tested thinking in selected coastal urban areas (Espinho and Costa da Caparica, respectively in the north and south of Portugal).

Palavras-chave: Risco, Vulnerabilidade, Metodologia

Keywords: Risk, Vulnerability, Methodology

1. As metodologias multicritério e a gestão dos riscos ambientais

A gestão dos riscos ambientais requer não apenas uma abordagem interdisciplinar como também o desenvolvimento adequado de uma metodologia multicritério, que dê expressão operacional à própria abordagem interdisciplinar. Em particular, o cálculo das vulnerabilidades sociais solicita esse tipo de abordagem, e um tratamento metodológico que reúna dimensões sociais e não sociais associadas à expressão de danos resultantes de eventos ambientais disruptivos. Nesse sentido, e atendendo aos fenómenos considerados de erosão costeira, inundações e galgamentos oceânicos (em relação estreita com a agitação marítima e a eventual subida do nível dos mares), torna-se pertinente considerar a par de um contexto societal um contexto geomorfológico favorável à expressão de danos potenciais (Figura 1).

No caso específico das vulnerabilidades sociais, intimamente associadas às características e suscetibilidades dos territórios humanizados, assume-se que o cálculo de valores constitui uma etapa metodológica necessária para o zonamento e diferenciação das situações de risco, reforçando-se assim uma ferramenta útil para a monitorização das políticas de ordenamento do território (Zêzere, 2007: 61). O cálculo de valores solicita, deste modo, o desenvolvimento e a inclusão de indicadores que satisfaçam a leitura dos respetivos contextos geomorfológico e societal.

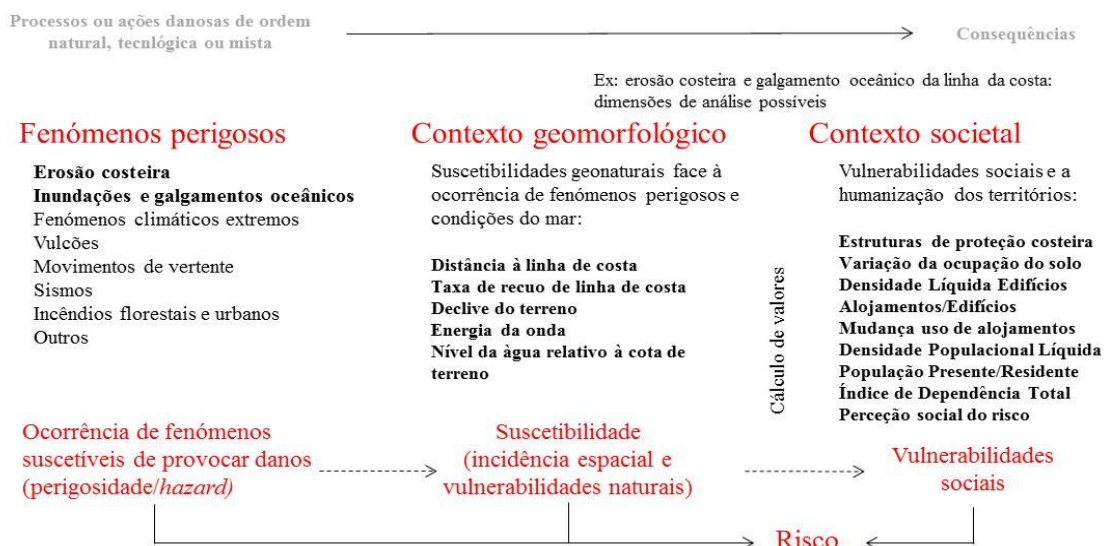


Figura 1 - Dos processos ambientais potencialmente danosos ao cálculo de valores para a gestão do risco

Considere-se ainda que se adotou, no essencial, a terminologia empregue pela Autoridade Nacional para a Protecção Civil (2010: 118), em que o valor das vulnerabilidades (na relação com a probabilidade de ocorrência do fenómeno danoso) integra o cálculo dos riscos, a par das condições territoriais suscetíveis de favorecerem o próprio percurso e a manifestação dos dados (Quadro 1). A utilização de conceitos como risco, perigo e vulnerabilidade tinha sido já, anteriormente, objeto de reflexão crítica, tendo-se contribuído com estudos pioneiros em Portugal, no âmbito da Sociologia, para o desenvolvimento de análises sobre riscos ambientais no cruzamento com condições territoriais associadas a incêndios florestais, inundações e erosão costeira (Craveiro, 2006).

O presente artigo apresenta uma ferramenta metodológica (mas também conceptual) vocacionada para a gestão do risco e o respetivo mapeamento de situações críticas, com recurso a uma hierarquização e ponderação de fatores potencialmente danosos e das características dos territórios e das populações expostas. O caso de estudo que se resume integra um projeto sobre a gestão integrada das zonas costeiras em risco de erosão, financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia, e desenvolvido no Departamento de Edifícios do Laboratório Nacional de Engenharia Civil, em parceria com a Faculdade de Ciências Sociais e Humanas da Universidade Nova de Lisboa.

Risco

Probabilidade de ocorrência de um processo (ou ação) perigoso e respetiva estimativa das suas consequências sobre pessoas, bens ou ambiente

Vulnerabilidade

Grau de perda de um elemento ou conjunto de elementos expostos, em resultado da ocorrência de um processo (ou ação) natural, tecnológico ou misto de determinada severidade.

Severidade

Capacidade do processo ou ação para danos em função das suas características (grandeza física do processo ou ação e não das suas consequências)

Suscetibilidade

Incidência espacial do perigo, propensão de uma área ser afetada.

Perigo

Processo ou ação natural, tecnológico ou misto suscetível de produzir perdas e danos identificados

Quadro 1: Terminologia adotada sobre definição de conceitos

O projeto, intitulado Regulações e Conflitos Ambientais Devido à Erosão Costeira, concluído em finais de 2013, apurou um cálculo de vulnerabilidades sociais e a consequente representação mapeada por área de estudo, com recurso a uma metodologia multicritério e a sistemas de informação geográfica. A metodologia multicritério adotada, designada por AHP (Analytic Hierarchy Process), corresponde a uma ferramenta de cálculo e ponderação de pesos por dimensão ou indicador. Esta metodologia tem sido particularmente desenvolvida desde a década de 70 do século passado, vindo progressivamente a ser testada e adaptada (mais recentemente) para a gestão dos riscos ambientais.

2. A AHP enquanto ferramenta de cálculo e instrumento de apoio à gestão do risco

A metodologia AHP foi, inicialmente, desenvolvida para a seleção e confronto entre opções estratégicas no domínio das empresas ou da economia. Proposta por Thomas Saaty, na década de 70 do século passado (Saaty, 1980) como referido, assenta em desenvolvimentos no campo das ciências cognitivas (Blumenthal, 1977). A metodologia parte do princípio de que os processos de hierarquização de informação e a tomada de decisão não podem dispensar, em alguma medida, premissas subjectivas de julgamento por parte de seres humanos. Neste sentido, e considerando ainda que a hierarquização de informação e a tomada de decisão devem demonstrar um elevado grau de consistência interna (evitando-se contradições que podem derivar de juízos subjectivos), a metodologia AHP permite submeter a testes de consistência os próprios resultados obtidos com a sua aplicação (Saaty, 2009). A metodologia AHP constitui, assim, uma metodologia multicritério por excelência, para a priorização de informação, dimensões e indicadores, sob o refinamento estatístico de testes de consistência face ao apuramento de resultados.

A metodologia AHP processa-se através da comparação sucessiva e emparelhada da informação disponível (recolhida ou produzida), confrontando entre si as dimensões de análise (grupos de indicadores) e os próprios indicadores no interior de cada dimensão de análise. Assim, a metodologia representa uma aplicação estatística desenvolvida para a análise multicritério, consagrando uma técnica estruturada para a tomada de decisão em ambientes complexos, envolvendo a seleção e a priorização dos fatores críticos de decisão (Vargas, 2010). Embora a metodologia tenha sido desenvolvida inicialmente, como afirmado, tendo em vista a priorização de opções estratégicas num quadro empresarial é cada vez mais recorrente a sua adaptação para outros fins, nomeadamente para a ponderação de fatores de risco e a consequente hierarquização de informação e das possibilidades de intervenção em ambientes de incerteza (Schmoldt *et al.*, 2001).

É o caso da presente aplicação, que visa construir um índice de vulnerabilidade social face à ação do mar envolvendo, com esse propósito, os riscos de erosão costeira e de galgamento oceânico. Não é propósito deste artigo explorar, pormenorizadamente, os passos metodológicos da metodologia (para tal, pode

consultar-se a exposição de Vargas, na op. cit.), mas apresentar sumariamente a forma de produção de resultados, na relação com as comunidades humanas e zonas costeiras abrangidas.

A inovação da metodologia AHP não reside apenas no desenvolvimento de testes de consistência interna sobre o juízo de especialistas ou de cientistas recrutados para um julgamento pericial. A metodologia é igualmente inovadora no confronto emparelhado e segmentado sobre as importâncias relativas a atribuir às dimensões de análise e respetivos indicadores. Deste modo, e por etapas sucessivas de comparação e ponderação, reduz-se também a influência da subjetividade na obtenção de resultados sujeitando-se ainda os resultados finais a testes estatísticos de consistência interna. No ponto seguinte exemplifica-se a aplicação da metodologia AHP, no âmbito do projeto referido, tendo como objetivo a hierarquização de dimensões e de indicadores de risco com recurso a informação de diverso tipo.

3. Uma aplicação metodológica adaptada ao risco de erosão e galgamento costeiros

Considere-se que face ao risco de erosão e galgamento costeiros é pertinente a mobilização de indicadores referentes a dimensões de análises biofísica e socio-territorial, que se prendem afinal com a conjugação entre elementos ambientais e elementos territoriais (morfologia da costa e ocupação do solo) com elementos da exposição humana aos riscos considerados. Tendo-se selecionado, no domínio do projeto citado sobre regulações e conflitos ambientais, dois casos de estudo principais houve que recolher e produzir informação sobre as áreas selecionadas, por faixas de distância à linha da costa (em Espinho e na Costa da Caparica) de modo a poderem ser mapeadas as vulnerabilidades sociais respetivas. Contudo, como exemplo geral, a aplicação presente considera as áreas envolvidas na sua totalidade, não diferenciando situações no seu interior nem entre as duas localidades abrangidas. Pretende-se, assim, apresentar a metodologia AHP no que diz respeito à priorização de dimensões e critérios, uma vez que a variação dos seus resultados teria ainda que ser ponderada por informações relativas à especificidade dos locais (mantendo-se, no entanto, constante o coeficiente de cada indicador e peso de cada dimensão ou critério).

Assim, a informação de diversa ordem foi discriminada em função de dimensões de análise ou critérios (C), tendo-se considerado que os critérios relevantes (com base em estudos anteriores e auscultação de consultores) deveriam exprimir informação referente a aspectos geomorfológicos (C1), à ação do mar e relação direta com estruturas de proteção existentes na linha da costa (C2), e uma outra dimensão mais associada aos usos do solo e à evolução urbana (C3) como, finalmente, indicadores sobre a população e a perceção do risco (C4).

Os critérios, assim como os respetivos indicadores, forem analisados de forma emparelhada e segundo a metodologia AHP, com recurso a uma escala adaptada de hierarquização com variação entre os valores 1 e 9. Estes valores representam uma primeira aproximação à hierarquização dos critérios e indicadores, assumindo-se o valor 1 como valor neutro e o valor 9 como o valor máximo quanto à importância do critério ou indicador considerado, em sucessivas comparações com os outros critérios ou indicadores.

A atribuição de pesos ou ponderações a cada critério ou indicador tem por base o cálculo vetorial resultante da matriz original das comparações efetuadas, por critério e por indicador. Igualmente, recorre-se à metodologia ensaiada para a discriminação de um índice de consistência, já proposto por Thomas Saaty (1980, op. cit.), de modo a verificar o grau de consistência (global) das sucessivas ponderações emparelhadas. Este índice de consistência calcula-se facilmente através do somatório do produto de cada elemento do vetor de Eigen pelo total da respetiva coluna da matriz comparativa original, sendo o seu cálculo relativizado pelo número de critérios em análise. A leitura do resultado da (in)consistência é dada por uma grelha convencional cujo limite máximo de intervalo não deve ser superior a 0.1 (ou 10%) para se admitir a não aleatoriedade dos resultados.

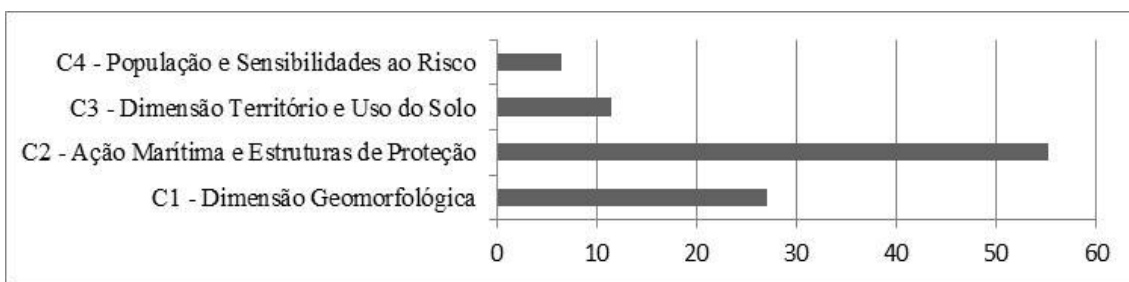
Os resultados finais, a este nível e sem desagregação dentro dos casos de estudo, podem ser visualizados na Tabela 1 (quanto à ponderação dos indicadores) e no Gráfico 1 (quanto à ponderação dos critérios). Deste modo, uma equação ou índice de vulnerabilidade face à ação do mar, tendo em conta os critérios e indicadores selecionados, seria representado pelo somatório dos produtos entre a ponderação de cada indicador (a soma das ponderações é igual a 1) e o valor standardizado da variação da informação de base

recolhida nos casos de estudo (a estandardização desta informação de base faz com que as respetivas escalas tenham igualmente o valor 1 como o valor máximo, de modo que o valor máximo do índice também não possa expressar um valor superior à unidade).

Em função destes resultados como teste de aplicação e em função da opção por programas de ação e monitorização, pode salientar-se que a informação a privilegiar diz respeito à relação entre a cota do terreno e o nível do mar assim como a aspectos sobre a ação do mar e a taxa de recuo da linha da costa. Uma atenção particular, em outra componente de intervenção, mais directamente afeta ao ordenamento do território, diz naturalmente respeito aos distanciamentos das primeiras urbanizações face à linha do mar como à densidade de alojamentos e, no caso das infraestruturas, a obras de protecção costeira. Segue-se, por ordem de importância, uma atenção particular a desenvolver por sobre a mobilização de solo para novas construções urbanas. No limite, estes indicadores ou fatores referidos devem integrar uma perspectiva geral sobre a evolução da linha da costa e a gestão do risco de erosão e galgamento oceânico.

Dimensões (Cn) e série de indicadores por dimensão (Cnn)	Peso
C11 - Distância à linha de costa (a partir de buffers)	6,65
C12 - Taxa de recuo de linha de costa	18,49
C13 - Declive do terreno	1,84
C21 - Energia da onda	16,64
C22 - Nível da água relativo à cota de terreno	31,86
C23 - Estruturas de Protecção	6,62
C31 - Variação da ocupação do solo (não urbano para urbano) 1990 - 2007	3,98
C32 - Densidade Líquida Edifícios (classe 1 do primeiro nível da COS'07 [Territórios Artificializados]) 2011	1,18
C33 - Rácio de Alojamentos/Edifícios (por subsecção em cada área de estudo) 2011	5,63
C34 - Transição de ñ residencial /residencial 1990-2007	0,68
C41 - Densidade Populacional Líquida (nº residentes/área classe 1.1 do segundo nível da COS'07 [Tecido Urbano]) 2011	2,99
C42 - Rácio População Presente/População Residente (por subsecção em cada área de estudo) 2011	1,03
C43 - Índice de Dependência Total (por subsecção em cada área de estudo) 2001	1,89
C44 - indicador sobre a percepção do risco	0,51
	100,00

Tabela 1 - Peso relativo de cada indicador em percentagem (coeficientes para o índice de vulnerabilidade)



Taxa de Consistência (<10%)=2.99%

Gráfico 1 - Peso relativo de cada dimensão em percentagem

Poder-se-á questionar, nos indicadores ponderados, em que medida elementos afetos à percepção do risco, por parte das populações, assumem na opinião dos peritos consultados um valor tão reduzido. A fraca ponderação dos aspectos percepcionais foi explicada pelos peritos e equipa de investigação atendendo que a vulnerabilidade resulta essencialmente de condições materiais, sociais e ambientais. Numa ocorrência efetiva de um galgamento oceânico, a distribuição dos danos não tem em conta a prévia percepção das pessoas face à sua eventual segurança.

Obviamente que uma percepção forte do risco deve implicar o desenvolvimento de comportamentos precaucionais, e uma maior sensibilidade a acatar instruções de autoridades em situação de emergência, mas as situações de emergência não foram objeto deste estudo nem a identificação de comportamentos

precaucionais. Contudo, análises futuras mais finas sobre a percepção do risco e o comportamento humano serão incluídas, de modo mais insistente, em próximos projetos de investigação. A análise aqui desenvolvida tornou-se extremamente útil para o caso do mapeamento de situações de risco e áreas inundáveis segundo o tipo de uso e ocupação do solo e densidades do edificado e de alojamentos.

No entanto, como salientado, o peso atribuído a cada indicador teria que ser multiplicado com os valores das respectivas informações de ordem local, caso a caso e em cada secção demarcada. Por fim, refira-se que a metodologia adotada implica a realização de um teste de consistência, de modo a avaliar a congruência dos resultados produzidos. De algum modo, estes testes de validação de resultados são ainda uma novidade em Portugal, pois geralmente a construção de ponderações de critérios ou de indicadores faz apenas recurso a consultas de peritos, tomando a sua opinião como estritamente suficiente sem a sujeitar a uma avaliação posterior. O teste de consistência representa, assim, uma postura crítica face a procedimentos habituais.

4. Considerações finais: a gestão integrada de zonas costeiras

A erosão costeira e os fenómenos de galgamento oceânico são fenómenos que mutuamente se reforçam, quanto às suas consequências. Por parte do uso e ocupação do solo importa reter aspectos relacionados com a presença humana e a geomorfologia dos territórios. A caracterização do edificado como das formas de presença humana e da evolução urbana, como a recolha de informação sobre as cotas do terreno são, pois, etapas fundamentais a desenvolver no âmbito de uma articulação entre a gestão do risco e os instrumentos de ordenamento do território. A gestão do risco requer necessariamente a consideração de um conjunto de indicadores e dimensões de análise que abarquem as interdependências entre os elementos biofísicos (terra, mar, clima) e as comunidades humanas.

Deste modo, a discriminação de índices de vulnerabilidade por área ou secção territorial considerada assume uma relevância particular para o desenvolvimento das boas práticas de ordenamento do território e de uma gestão integrada das zonas costeiras. Não resulta relevante, pelo tipo de abordagem que foi testado, que a análise da percepção do risco seja um fator de peso no contexto da aplicação da ferramenta metodológica. De facto, atendendo aos objetivos do estudo a equipa de peritos observou que a ocorrência de danos, em situação de emergência, não discriminaria os grupos sociais quanto à sua percepção do risco. A intensidade dos danos encontrar-se-ia, antes, associada à ocupação e presença humana e às características geomorfológicas dos territórios, registando-se a contribuição de outros fatores associados à severidade dos fenómenos (p. ex., a energia da onda, no momento em que o mar encontra a linha da costa).

Contudo, atendendo a medidas de proteção e precaução, na relação entre as autoridades públicas e as populações, julga-se igualmente valiosa a informação sobre a percepção do risco, a percepção das causas e das consequências dos fenómenos considerados. Tanto mais que, em alguns casos, as políticas a adotar terão que fazer recurso a relocalizações e a demolições de habitações como ao recuo da presença humana, num processo de *desurbanização* que será menos crítico se as populações estiverem sensibilizadas para a vulnerabilidade em que se encontram expostas.

O Núcleo de Estudos Urbanos e Territoriais do Departamento de Edifícios do Laboratório Nacional de Engenharia Civil, através do seu Laboratório de Análise Socio-Territorial, determina, aliás, que o apuramento de metodologias multicritério de apoio à decisão constitui um dos elementos de base a desenvolver nos próximos anos. Deste modo, o encontro de soluções adaptativas face aos riscos ambientais, o que solicita necessariamente o cruzamento de dados de diversa natureza, assume-se como uma das tarefas prioritárias a desenvolver como a avaliação entre opções alternativas de proteção e de valorização das zonas costeiras.

Referências bibliográficas

ANPC, Autoridade Nacional de Protecção Civil (2011). Riscos Costeiros – Estratégias de prevenção, mitigação e protecção, no âmbito do planeamento de emergência e do ordenamento do território, *Cadernos Técnicos PROCIV*, 15 (156 pp.)

- Blumenthal, Arthur L. (1977). *The Process of Cognition*. New Jersey: Prentice Hall.
- Craveiro, J. Lutas (2006). *O Homem e o Habitat: Território, Poderes Públicos e Conflitos Ambientais*. Lisboa. Ed. Laboratório Nacional de Engenharia Civil (Série Teses de Doutoramento).
- Saaty, Thomas L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*. New York: McGraw Hill.
- Saaty, Thomas L. (2009). Extending the Measurement of Tangibles to Intangibles, *International Journal of Information Technology & Decision Making*, Vol. 8, n.º1, 2009: 7-27
- Schmoldt, D.; Kangas, J.; Mendoza, G.; and Pesonen, M. (2001). *The Analytic Hierarchy Process in Natural Resource and Environmental Decision Making*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Vargas, Ricardo Vargas (2010). *Utilizando a Programação Multicritério (Analytic Hierarchy Process-AHP) para Selecionar e Priorizar Projetos na Gestão de Portfólio*. Recuperado em 30 de maio de 2014, de <http://www.ricardo-vargas.com/pt/articles/analytic-hierarchy-process/#portuguese>
- Zêzere, José Luís (2007). Riscos e Ordenamento do Território, *Inforgeo*, Lisboa, 59-63.