

O PRINCÍPIO DA PRECAUÇÃO E A GESTÃO DOS RISCOS AMBIENTAIS: CONTRIBUIÇÕES E LIMITAÇÕES DOS MODELOS ECONÔMICOS

VASCO BARROSO GONÇALVES¹

Introdução

O conceito de precaução apresenta grande relevância na regulação ambiental em muitos países. Apesar da natureza ainda vaga da legislação, o princípio da precaução tem merecido alguma atenção recente no âmbito de quadros e modelos de interpretação econômica e da sua aplicação.

Em parte significativa da literatura sobre o tema salienta-se a necessidade de quadros reguladores para a implementação operacional do princípio da precaução na tomada de decisão, isto é, de clarificar conceitos e procedimentos de gestão adequados à natureza dos riscos ambientais.

Importa por isso conhecer as abordagens e os modelos econômicos mais relevantes com o objetivo de procurar conhecer suas contribuições para o debate sobre a precaução e discutir a sua relevância prática em termos da decisão pública.

Neste artigo é apresentada uma síntese dos modelos formais de interpretação do princípio da precaução, com suas virtualidades e principais limitações no contexto da gestão dos riscos ambientais.

No sentido de procurar contribuir para o debate sobre a implementação operacional do princípio da precaução, identificam-se também algumas ações tendentes a ultrapassar algumas das limitações reveladas pela análise dos modelos.

Este artigo está estruturado do seguinte modo. A seção 2 introduz o conceito e os principais elementos do princípio da precaução. Na seção 3 descrevem-se os modelos econômicos mais relevantes para a interpretação deste princípio e analisa-se a relevância e as limitações destes modelos para a tomada de decisão de precaução. Na seção 4 apresenta-se um conjunto de ações tendentes a ultrapassar as limitações existentes. Finalmente, a seção 5 traz as conclusões do autor.

1. Economista, Doutorado em Gestão (Instituto Universitário de Lisboa, ISCTE-IUL), Mestre em Economia Matemática (Universidade de Paris), Investigador no Dinâmia-CET, Centro de Estudos sobre a Mudança Socioeconómica e o Território, Docente no Departamento de Finanças, ISCTE Business School, Lisboa.

O princípio da precaução: conceito e principais elementos

O princípio da precaução é presentemente um princípio fundamental da regulação ambiental em muitos países.

Em particular na União Europeia, foi consagrado no Tratado de Maastricht (1992), no artigo 130ºR, n.ºⁱ e é mencionado ao nível dos Estados-Membros (na legislação nacional, regional e local) e da Comissão Europeia (em Programas de Ação, diretivas, declarações e recomendações). Nos EUA, programas e medidas de precaução são aplicados no nível estadual e no nível localⁱⁱ e, embora não seja citada expressamente na legislação e nas políticas federais, a presença do princípio da precaução está subjacente à natureza de grande parte da legislação ambiental. Encontra-se ainda expressamente citado em muitas conferências e tratados internacionais como a Conferência das Nações Unidas sobre Ambiente e Desenvolvimento (Cimeira do Rio) (1992) ou a Convenção sobre a Biodiversidade (2000) (UNCED, 1992; Protocolo de Cartagena, 2000) e em outros instrumentos de Direito Internacional, como na legislação do comércio internacional.

Nas publicações existentes e nas declarações e tratados internacionais encontram-se definições variadas para a precaução, com diferentes níveis de exigência de ações de intervenção, mais facultativas em alguns casos (como na Declaração da Cimeira do Rio) e mais vinculativas em outros (como na Comunicação da Comissão Europeia de 2000 (CE, 2000)).

Uma das definições mais representativas é a da Declaração da Cimeira do Rio, no seu princípio 15: “De modo a proteger o meio ambiente, o princípio da precaução deve ser amplamente observado pelos Estados, de acordo com suas capacidades. Quando houver ameaça de danos sérios ou irreversíveis sobre o ambiente, a ausência de absoluta certeza científica não deve ser utilizada como razão para adiar medidas custo - eficazes para prevenir a degradação ambiental” (UNCED, 1992).

Muito tem sido publicado sobre a interpretação e a implementação prática do Princípio da precauçãoⁱⁱⁱ. Apesar de alguma ambiguidade dos diferentes discursos sobre a precaução, a maior parte das definições tem elementos chave comuns e a comunidade científica e os políticos que tomam as decisões não divergem no essencial na identificação das principais questões a considerar na implementação prática da precaução, a saber (GONÇALVES, 2008):

- O dever de agir antecipadamente para proteção do ambiente e da saúde pública em face de riscos suspeitos (incertos), em especial os potencialmente graves ou irreversíveis;
- A procura de mais e melhor informação científica para a avaliação de perigos e riscos;
- A consideração de um conjunto amplo de alternativas de ação;
- A realização de análises e de avaliações tão completas quanto possível de custos e de benefícios das diferentes alternativas de ação, incluindo a análise da sua distribuição entre os diferentes atores;
- A monitorização e revisão contínua das medidas adotadas tendo em conta o desenvolvimento da informação e do conhecimento científico.

O princípio da precaução ganhou relevância nas últimas décadas com a emergência dos “novos riscos tecnológicos ou ambientais”, caracterizados genericamente por conhecimento científico limitado e incerto, pela sua natureza coletiva e involuntária, e por baixas probabilidades, mas danos potencialmente elevados ou mesmo irreversíveis (OCDE, 2003; STIRLING, 2007). É o caso, por exemplo, das alterações climáticas, da perda da biodiversidade, das exposições radiológicas, dos efeitos de substâncias químicas, da segurança alimentar, da biotecnologia e das nanotecnologias (SEHN, 2009; ROGERS, 2011).

As situações de precaução correspondem geralmente a cenários de risco nos quais um elemento da cadeia causal que vai do perigo aos efeitos finais é incerto, no sentido em que a relação de causa-efeito sobre a qual se basearia esse elemento não pode ser estabelecida nem rejeitada. Contrariamente às situações de riscos simples, trata-se aqui de situações complexas, onde os riscos são multi-causais e envolvidos em incerteza e/ou ambiguidade (RENN, 2008)^{iv}. Exemplos são os campos eletromagnéticos (telemóveis e antenas de telemóveis) e a sua relação com certos cânceros, e os nanomateriais e os seus efeitos específicos e massivos sobre as populações (CPP, 2010).

No entanto, a formulação corrente deste princípio não surge com um conteúdo prático claro e é insuficiente como orientação para a concepção das políticas de regulação. Múltiplas controvérsias têm surgido, com efeito, quanto ao nível de risco ambiental requerido para aplicar o princípio, ao papel das consequências económicas e sociais e ao nível de severidade que as medidas de precaução deverão ter, em particular em situações onde pode ser considerado como uma restrição à atividade económica^v.

A responsabilidade pela definição da configuração do princípio da precaução assenta nas entidades políticas (ou jurídicas) e de decisão, sendo necessário dispor de quadros reguladores para a sua implementação operacional.

Modelos económicos de interpretação do princípio da precaução

Os quadros e modelos de interpretação económica do princípio da precaução podem agrupar-se em dois paradigmas: racional - instrumental e deliberativo - constitutivo (FISHER *et al.*, 2006).

O primeiro considera a teoria da escolha em incerteza, que envolve a economia, mas também conceitos da psicologia e da teoria da decisão estatística. Em função das características do princípio da precaução que se pretende investigar, as análises formais no âmbito deste paradigma têm-se baseado em duas correntes principais.

A primeira é a teoria da utilidade esperada (VON NEUMANN e MORGENTERN, (1944)) e também do efeito de irreversibilidade e da aprendizagem, iniciada por Arrow e Fisher (1974) e Henry (1974) e desenvolvida por Gollier *et al.* (2000) e por Gollier e Treich (2003). O indivíduo que decide maximiza a utilidade esperada, a partir dos custos e dos benefícios estimados de diferentes opções alternativas, em um contexto que envolve a existência de irreversibilidades, e tem ainda a expectativa de obter melhor informação no futuro e de poder realizar decisões sequenciais alternativas em datas diferentes. Existem ainda modelos que generalizam a teoria da utilidade esperada, permitindo

considerar pesos não lineares nas probabilidades (ALLAIS, 1953; ELLSBERG, 1961; KAHNEMAN e TVERSKY, 1979; QUIGGIN, 1982; SCHMEIDLER, 1989; BARGIACCI, 2004; SLOVIC *et al.*; 2010) ou introduzir probabilidades subjetivas (SAVAGE, 1954).

A segunda vem responder às limitações da aplicação dos quadros de utilidade esperada em situações em que existem expectativas divergentes sobre a incerteza por parte de diferentes indivíduos. Os modelos recorrem por isso a probabilidades imprecisas e múltiplas. Estes modelos, designados de “aversão à ambiguidade” (MOREAU e RIVAUD-DANSET, 2004), utilizam critérios de decisão baseados nas atitudes individuais face ao risco (GILBOA e SCHMEIDLER, 1989; LANGE e TREICH, 2009).

Por sua vez, o paradigma deliberativo – constitutivo considera os quadros e modelos multicritério, que incluem objetivos múltiplos (ambientais, econômicos, sociais, etc.) na tomada de decisão e permitem integrar processos participativos e deliberativos (MUNDA, 2008; STIRLING e MAYER, 2005).

Na Tabela 1, a seguir, apresenta-se uma descrição sintética dos diferentes modelos econômicos de interpretação do princípio da precaução.

Tabela 1 – Descrição sintética dos modelos econômicos da precaução

Modelos	Descrição sintética
Quadro clássico da utilidade esperada	- Comparação de custos e benefícios das opções alternativas; - Distribuições de probabilidade conhecidas e objetivas.
Modelo com irreversibilidade e aprendizagem	- Existência de irreversibilidades (no investimento e nos danos ambientais) e redução da incerteza com o progresso científico ^{vi} ; - Estratégias sequenciais de decisão; - Atitude de quem toma decisões face ao risco é instrumental para a decisão ^{vii} .
Modelo com pesos não lineares nas probabilidades	- Modelo de utilidade dependente da ordem (“rank-dependent utility”) ^{viii} ; - Generaliza a teoria da utilidade esperada; - Traduz comportamentos de distorção da probabilidade de resultados extremos (comportamento pessimista ou otimista).
Modelo com probabilidades subjetivas	- Distribuições de probabilidade “subjetivas”, definidas a partir de expectativas baseadas na experiência individual ^{ix} .
Modelo de ambiguidade	- Intervalos de probabilidades; - Na avaliação da utilidade esperada de cada opção é retida a distribuição que conduz aos resultados menos favoráveis; Opta-se depois pela opção com maior utilidade (critério “maximin”).
Modelo multicritério	- Dimensões e objetivos múltiplos; - Critérios de decisão ponderados de acordo com a sua importância relativa; - Permite a incorporação de métodos participativos e deliberativos.

Vantagens e limitações dos modelos

Vantagens

Todos os modelos formais que interpretam o princípio da precaução em termos econômicos contribuem para esclarecer o conceito de precaução e a tomada de decisão. Analisam e enquadram o problema de decisão relativo à prevenção e à gestão dos riscos e procedem à análise econômica do impacto dos riscos no bem estar individual ou coletivo.

Apesar das muitas simplificações que os modelos teóricos envolvem, em termos gerais, procuram representar interações de múltiplas partes de um sistema complexo com fundamentos axiomáticos convincentes. Deste modo revelam um conjunto de desafios de implementação e de problemas a resolver e contribuem para uma melhor compreensão do comportamento de parâmetros importantes do sistema.

a) *Desafios de implementação*

Os modelos teóricos revelam desafios de implementação como a incorporação da natureza das atitudes face ao risco, a identificação do tipo e âmbito da informação a considerar, e a escolha das regras de decisão que permitam descrever adequadamente as escolhas econômicas.

Assim, os modelos baseados na utilidade esperada consideram as preferências do decisor com base em suas expectativas face a perigos com probabilidades conhecidas e objetivas (ou subjetivas, no modelo de Savage). O modelo de Gollier *et al.* considera essas expectativas igualmente em relação ao progresso do conhecimento científico sobre os riscos. Nos modelos de ambiguidade, a atitude daquele que decide face à imprecisão surge explicitamente no critério de decisão considerado para a escolha de uma entre as decisões admissíveis.

O tipo e o âmbito da informação a considerar dependem da especificação dos modelos e dos cenários definidos para as consequências das decisões. Em particular no modelo de Gollier *et al.* há que considerar os cenários que resultem da possibilidade de revisão das expectativas do decisor com a melhoria futura do conhecimento científico. Nos modelos de ambiguidade, as consequências de cada decisão são avaliadas a partir de múltiplas distribuições de probabilidade que permitem representar a existência de teorias científicas diferentes, e assim, as opiniões de todos os especialistas. Finalmente, a análise multicritério permite a inclusão de informação qualitativa e multidimensional e uma melhor inclusão e ponderação de eventuais conflitos de interesse.

Nos vários modelos no quadro da teoria da utilidade esperada, com as suas diferentes funções de resultados, a regra de decisão considera o princípio da maximização de uma função de bem estar social pelo decisor público. Os modelos de ambiguidade consideram critérios de decisão em incerteza como o critério 'maximin', que traduzem a atitude de quem decide face à incerteza. Finalmente, os modelos multicritério consideram funções que ponderam os múltiplos critérios considerados.

b) *Compreensão do comportamento do sistema*

Embora cada um de seu modo particular, os modelos teóricos contribuem para um melhor esclarecimento dos fenômenos e da lógica das escolhas individuais e coletivas e dos seus efeitos e, assim, para a compreensão de parâmetros importantes de comportamento como a percepção dos riscos, os impactos e custos econômicos associados, e o nível de proteção requerido.

O modelo de Gollier *et al.*, por exemplo, considera a natureza racional do comportamento de precaução como um comportamento de retração de consumo, no contexto da gestão dinâmica dos riscos. Os modelos de ambiguidade consideram uma escolha realizada entre ações alternativas com base num conjunto de expectativas divergentes sobre os cenários de risco. A análise multicritério permite acompanhar mais de perto os interesses das diferentes entidades envolvidas no processo de decisão, porventura a partir de procedimentos de tipo deliberativo.

Os diferentes modelos permitem também estudar os impactos e custos econômicos associados a diferentes cenários de consumo, de produção ou de emissões poluentes e, assim, estudar estratégias de precaução.

Limitações

Mas, os modelos formais apresentam algumas importantes limitações ligadas ao fato de serem mais conceituais do que orientados para a prática.

A utilização dos modelos levanta igualmente o problema da obtenção de dados e de informação pertinente para caracterização do contexto sócio político e do espaço de acontecimentos e de resultados associados à emergência dos riscos. São estas dificuldades, associadas às dificuldades conceituais e teóricas, que têm limitado a aplicação prática e a relevância política dos instrumentos de decisão de precaução.

Por outro lado, os modelos apresentam algumas dificuldades teóricas importantes, que se consideram a seguir.

a) *Cada modelo aplica-se apenas a certas naturezas de riscos*

Como se aplicam apenas a certas naturezas de riscos, os diferentes modelos não podem ser considerados de aplicação geral, devendo a escolha do modelo a utilizar em cada situação ter em atenção a natureza particular do risco. Isto permitirá também clarificar a natureza das análises de precaução.

Assim, por exemplo, os modelos de utilidade esperada são adequados a riscos bem caracterizados ou comprovados, mas não ao contexto controverso dos 'novos riscos', onde as distribuições de probabilidade para representar as expectativas poderão ser desconhecidas ou mesmo inexistentes. Neste tipo de situações, probabilidades múltiplas e análises de ambiguidade serão mais indicadas.

Os modelos que incorporam o papel da irreversibilidade e da aprendizagem aplicam-se melhor à gestão de fenômenos que apresentam perspectivas credíveis de melhoria de

informação futura até chegar a riscos confirmados, como o efeito de estufa ou a proteção da camada do ozônio, mas não a outros, com as culturas OGM, onde poderia ter um custo social inaceitável.

Para além da natureza dos riscos, é muito importante procurar clarificar todos os requisitos do princípio da precaução no contexto específico de cada situação concreta, uma vez que o resultado da decisão de precaução (recomendação de conservação ou não) depende igualmente de outros fatores (TISDELL, 2005).

b) *Insuficiência da avaliação unidimensional*

Frequentemente, as controvérsias sobre a aplicação do princípio da precaução são disputas sobre como obter algum equilíbrio entre interesses concorrentes, num contexto de elevada incerteza em que não é possível uma solução técnica clara (COONEY e DICKSON, 2005; WHITESIDE, 2006). Nesta situação, a avaliação e a ponderação de fatores e interesses técnicos, ecológicos, econômicos, sociais, éticos e políticos interagindo num sistema complexo, além da gestão de eventuais conflitos, são muitas vezes necessárias (COONEY e DICKSON, 2005).

É assim insuficiente a avaliação unidimensional em que a maioria dos modelos se concentram, em particular os modelos no quadro da teoria de utilidade esperada, que procuram, sobretudo, escolhas eficientes de acordo com níveis de preferência de quem decide. Nestes modelos, o nível de risco que deverá ser suportado pela sociedade como um todo é decidido por uma só pessoa. Os modelos multicritério são mais adequados para lidar com a multidimensionalidade, mas não lidam bem com a incomensurabilidade dos diversos valores⁸, o que poderá conduzir a dificuldades operacionais. Assim, deverão ser aplicados com muita objetividade e transparência, especialmente em áreas de maior complexidade e controvérsia.

c) *Deficiente ligação entre valores individuais e coletivos*

A análise das decisões públicas envolvendo riscos coletivos necessita da definição dos níveis de risco aceitáveis e aceitos pela sociedade. A este respeito, Gollier *et al.* consideraram um comportamento individual de redução do consumo na presença de riscos e não outras percepções e atitudes. Por sua vez, nos modelos que utilizam probabilidades subjetivas, os riscos percebidos por aquele que decide poderão estar de acordo com as análises de risco da comunidade científica, mas as condições da validade dos juízos de valor para a tomada de decisão coletiva terão de ser identificadas.

Os modelos de ambiguidade, ao permitirem representar a existência de expectativas divergentes sobre os perigos, parecem permitir a transparência de um procedimento de consulta dos *stakeholders* e a possibilidade de se chegar a um acordo relativamente a uma expectativa se possível consensual (MATHEU, 2002). No entanto, o critério que consideram para a gestão coletiva do risco é inadequado à natureza proporcional que as medidas de precaução devem ter.

As limitações dos modelos na ligação entre valores coletivos e individuais levanta, assim, o problema da definição de procedimentos institucionais para determinar escolhas coletivas.

d) *Soluções únicas inadequadas*

Nos modelos considerados, a decisão consiste, geralmente, na definição de uma ação exata a realizar, seja a partir de funções de maximização da utilidade que representam a agregação de preferências interpessoais, seja a partir de critérios de decisão que traduzem a adoção de uma dada atitude por parte de quem decide face à incerteza.

Todavia, embora o princípio da precaução possa ser considerado como a procura de um nível de segurança mínimo, ele não requer a priori a adoção de uma aversão extrema à ambiguidade. A aplicação do princípio da precaução no seu sentido mais amplo deve traduzir uma necessidade de agir perante a incerteza assumindo riscos fundamentados e conduzindo a decisões equilibradas.

Além disso, terá de atender-se à natureza proporcionada das medidas a realizar, componente chave do princípio da precaução. A proporcionalidade requer a definição da natureza específica dos riscos e do nível de segurança requerido, e deverá igualmente ter em conta o custo de oportunidade das medidas de precaução (GODARD, 2005).

Práticas a considerar na tomada de decisão de precaução

A instrução das decisões públicas relativas aos perigos ambientais é frequentemente condicionada pela insuficiente caracterização dos impactos ambientais, mas também económicos e sociais, a curto e a longo prazo, e pela igualmente insuficiente identificação e integração dos agentes de apoio institucional do político que toma decisões no processo de diálogo e de preparação da decisão (BOLO e DE BONVILLER, 2008).

Torna-se, ainda, saliente a inexistência de mecanismos e de quadros operacionais geralmente aceites para orientar a aplicação do princípio da precaução, uma vez que as condições de aplicação deste princípio têm sido caracterizadas por fatores como os objetivos de quem toma as decisões, as suas atitudes face ao risco e à incerteza e as regras e critérios de decisão que utilizam.

Neste sentido, a necessidade de reflexão metodológica para esclarecer a problemática e as modalidades da decisão pública em situação de incerteza, em particular quando se trata de implementar o princípio da precaução, tem sido salientada por vários autores (RANDALL, 2009; VAN ASSELT e VAN BREE, 2011) e em diversos fóruns nacionais e internacionais. Um exemplo recente foi a audição pública da comissão parlamentar de avaliação das escolhas científicas e tecnológicas na França sobre o balanço da aplicação do princípio da precaução, quatro anos depois da sua constitucionalização (ETIENNE, 2009).

No sentido de procurar contribuir para este debate, e na sequência da análise apresentada nas seções anteriores, identificamos a seguir algumas ações práticas que deverão ser implementadas. A oportunidade destas ações, que visam ultrapassar as limitações referidas na seção anterior, foi assim revelada pela própria análise dos modelos. Estas ações deverão ser ainda consideradas incorporadas em um quadro comum de procedimentos.

Tratamento amplo da informação e do conhecimento

A implementação na prática do princípio da precaução não envolve critério homogêneo e satisfatório para a decisão: quem toma a decisão deve ter em conta os perigos potenciais, mas sem impor uma ação específica, já que diferentes medidas podem ser colocadas em prática, desde simples avisos até à proibição de alguns produtos ou tecnologias mais perigosas. Como princípio que é, não se define com uma medida ou uma aplicação mecânica. A questão chave é como fazer um juízo fundamentado sobre um contexto empírico com vista à tomada de decisão.

Por isso, são necessárias análises com base em modelos mais contextualizados e adaptados às condições de incerteza, irreversibilidade e aprendizagem dos casos concretos em análise, de modo a poderem “resolver” questões de regulação e limitações dos dados.

Importa, por isso, analisar cenários com benefícios e custos explícitos e debatidos adequados a cada caso, de modo a permitir a quem decide uma escolha adequada de uma ação no contexto de uma identificação tão completa quanto possível dos rumos alternativos existentes. Deve, a este respeito, reconhecer-se, em particular no quadro de complexos problemas ambientais (FUNTOWICZ e RAVETZ, 1997), que a existência e a disponibilidade de uma base técnica e científica não resultam automaticamente em decisões políticas adequadas, traduzindo assim que não há necessariamente uma relação linear entre ciência e política (SAREWITZ, 2004).

Integração de múltiplos valores no processo de decisão

Na resolução de muitas situações que envolvem a aplicação do princípio da precaução torna-se necessário avaliar e ponderar múltiplos fatores e interesses, por vezes divergentes entre si, com vista a identificar medidas que sejam proporcionadas face à gravidade dos riscos e às suas consequências potenciais nas múltiplas dimensões existentes.

O contexto da decisão e a própria natureza e qualidade dos dados disponíveis podem justificar a utilização de diferentes modelos e métodos operacionais ou a combinação e a integração de métodos de modo a obter resultados mais robustos e consensuais.

A modelação deverá apenas permitir formalizar o objeto da discussão e será demasiado ambicioso pedir-lhe a integração de múltiplas dimensões. Com efeito, todos os modelos particulares da decisão em incerteza inevitavelmente omitem alguns fatores relevantes (Quiggin, 2009). Também o papel do especialista deverá ser limitado a fornecer apenas as expectativas mais legítimas e seguras.

Maior democraticidade da decisão

Na interpretação e aplicação de medidas de gestão dos riscos com o princípio da precaução, os procedimentos a desenvolver deverão procurar reunir informações técnicas e não técnicas, num processo social interativo.

A análise das aspirações individuais das pessoas afetadas pelos riscos (especialistas, cidadão comum, etc.) e dos modos coletivos de deliberação e de justificação que regem as

situações sociais de emergência de riscos permitirá esclarecer a tomada de decisões que possam conciliar a responsabilidade coletiva e o respeito pela pluralidade das aspirações dos indivíduos na sociedade, no contexto das novas estratégias de governança do risco (JASANOFF e MARTELLO, 2004; RENN, 2008).

As autoridades públicas terão de intervir para estabelecer os níveis do risco socialmente aceitáveis para uma dada classe de perigos, com base em procedimentos de pesquisa técnica e científica e de debates públicos. Experiências têm mostrado a importância de se considerarem estratégias efetivas de comunicação do risco (DI GIULIO *et al.*, 2010 e 2012).

Em alguns países europeus, como França e Reino Unido, existe legislação que exige a obtenção de *input* do público antes que sejam tomadas decisões em áreas caracterizadas por incerteza (ROWE e FREWER, 2004). Este crescente interesse na participação pública em assuntos de políticas tidas como técnicas está relacionado, na opinião destes autores, com o reconhecimento dos direitos humanos básicos que devem ser respeitados numa democracia, com o reconhecimento pragmático da importância de evitar políticas impopulares e com a necessidade de aumentar a confiança pública nos processos decisórios e no compartilhamento de informações. Mas, é ainda necessário desenvolver adequados instrumentos e processos de análise das práticas e modos de medir a eficácia da participação pública (CORNWALL, 2008).

Definição de um intervalo de soluções

Em situações complexas com racionalidade limitada pelas capacidades de recolha e do tratamento da informação e de cálculo, e também pela dificuldade de julgar conflitos entre interesses divergentes, as principais questões serão melhor consideradas em termos de características gerais do problema da escolha descritas do que como propriedades paramétricas de modelos particulares.

O princípio da precaução fornece uma indicação geral quanto ao rumo a seguir em face de riscos potenciais graves, mas não pode ser reduzido a um critério único. Uma boa solução seria considerar um núcleo de critérios capazes de selecionar um conjunto limitado de decisões que, em determinadas circunstâncias, possam servir os objetivos de precaução (QUIGGIN, 2009).

Uma análise econômica formal do problema da decisão poderia então ser capaz de identificar uma área de soluções razoáveis que a sociedade pudesse igualmente aceitar, e não uma única solução inadequadamente considerada ótima.

Utilização de um quadro comum de procedimentos

Para a avaliação dos riscos coletivos e a implementação de medidas de precaução requer-se um quadro regulador público coerente, proporcional e eficiente adaptado à natureza dos perigos potenciais, com procedimentos comuns que organizem a pesquisa, a expertise, a informação do público e o debate público.

É essencial que os diferentes elementos do processo de decisão sejam claramente distinguidos. Trata-se da avaliação do risco e da incerteza, dos custos e benefícios em

causa e da sua repartição pela população, e do comportamento dos atores e o seu impacto possível sobre o risco e sobre as ações implementadas para o prevenir.

Um acordo deverá ser estabelecido quanto à definição de níveis aceitáveis dos perigos potenciais, para que as decisões tenham a adesão dos cidadãos e possam ser aplicadas de maneira ao mesmo tempo mais eficaz e mais democrática.

Um importante estudo realizado recentemente na França propõe uma formalização de um processo de decisão pública em situação de incerteza, que integre sistematicamente os elementos de expertise e debate, tendo em conta os seus contributos e os seus limites (CPP, 2010).

Este processo inclui duas importantes fases de instrução. Na primeira fase, a avaliação prévia do risco, verifica-se se o problema em causa é de prevenção ou de precaução, consoante o risco seja comprovado ou exista ambiguidade. Na segunda fase, e no caso de riscos comprovados, escolhem-se as medidas de prevenção em função do significado do nível de risco, enquanto, no caso de existência de ambiguidade, são definidas medidas perenes de precaução quando houver elementos de prova, ou medidas de vigilância no caso de inexistência de elementos de prova.

Outros quadros para a implementação prática do princípio da precaução têm sido apresentados, de âmbito setorial ou mais geral, em relatórios de entidades públicas ou em publicações científicas, em alguns casos mais focalizados nos objetivos e orientações gerais, e em outros, mais operacionais, descrevendo o processo de análise e decisão como um conjunto de fases e etapas sucessivas a implementar (The California Department of Health Services, 2008; IRGC, 2008; RENN et al., 2009; BONDI, 2011; WILSON, 2011; EC, 2011; KLINKE e RENN, 2012). Os seus elementos mais relevantes são a análise da gravidade potencial dos impactos sobre o ambiente ou a saúde, a atenção ao nível de prova e ao grau de precaução requerido, e a procura da proporcionalidade das medidas de precaução face ao nível das consequências potenciais e do risco.

Outros quadros metodológicos, embora não expressamente referidos ao princípio da precaução, poderão contribuir para a implementação de medidas adequadas de gestão de riscos não comprovados. É o caso, no Reino Unido, da abordagem da tolerância ao risco (“tolerability of risk”), particularmente nos setores de saúde e segurança, que procura conciliar decisões baseadas em estimativas de confiança sobre riscos, com a garantia da consideração adequada das percepções do público (BOUDER et al., 2007). E, também, o caso da utilização de um conjunto de indicadores, desenvolvidos pelo Conselho Científico para as Alterações Ambientais Globais na Alemanha, para o processo de avaliação e gestão de risco. Esses indicadores incluem: extensão dos danos potenciais, probabilidade de ocorrência, nível de incertezas (em relação ao conhecimento disponível, à modelagem de sistemas complexos e à capacidade de previsibilidade), dispersão geográfica dos danos, sua persistência no tempo, reversibilidade dos efeitos, período de desenvolvimento dos danos, justiça na distribuição de benefícios e riscos e potencial de mobilização em virtude da afetação potencial de interesses e valores (RENN, 2008).

Conclusões

Os modelos formais de interpretação econômica do princípio da precaução visam analisar os impactos econômicos dos riscos no bem-estar individual e coletivo e contribuir para a gestão dos riscos.

Na sua diversidade, eles vêm contribuir para o melhor esclarecimento da lógica das escolhas individuais e coletivas e para a compreensão de parâmetros como a percepção dos riscos, os níveis de proteção requeridos ou os impactos dos riscos.

No entanto, as dificuldades de obtenção de informação sobre o contexto socio-político e sobre o espaço de acontecimentos e de resultados associados à emergência dos riscos, e também algumas dificuldades teóricas, têm limitado a aplicação prática dos modelos e a sua relevância política.

Estas dificuldades resultam das características dos riscos e da complexidade das situações a que se aplica o princípio da precaução: riscos coletivos, não comprovados, em contexto de incerteza, com consequências potenciais em múltiplas dimensões e valores, por vezes conflitantes, e com soluções a procurar de modo adaptado a cada situação concreta.

Assim, qualquer um dos modelos aplica-se apenas a um dado tipo de riscos, riscos já comprovados em alguns modelos, riscos não comprovados em outros. Outra limitação da maior parte dos modelos resulta do fato de utilizarem critérios de avaliação unidimensionais baseados em análises econômicas custo-benefício e não incorporarem as múltiplas dimensões que geralmente surgem associadas às decisões de precaução. Não são também satisfatórios os critérios considerados nos modelos para a gestão coletiva dos riscos. Finalmente, conduzem geralmente à escolha de uma ação exata a realizar, de maximização da utilidade ou de minimização dos riscos, quando o princípio da precaução não pode ser reduzido a um critério único de avaliação e a uma solução única.

Devido a todas estas dificuldades, os modelos formais apenas permitem uma interpretação restrita dos riscos potenciais para a sociedade e do comportamento de precaução.

Este artigo, visando contribuir para clarificar a problemática e as modalidades de decisão pública para a implementação do princípio da precaução, vem identificar um conjunto de ações práticas que visam ultrapassar as limitações dos modelos formais apresentados e a conduzir a soluções equilibradas e proporcionadas adaptadas a cada situação concreta.

Uma primeira ação é o recurso a um tratamento amplo, tão completo quanto possível, da informação e do conhecimento relativos a cada situação concreta, de modo a procurar obter juízos fundamentados sobre um dado contexto empírico. Outra ação consiste na integração, no processo de decisão, dos múltiplos fatores e interesses envolvidos na situação de risco ambiental considerada. Uma terceira ação, tendente a permitir uma maior democraticidade da decisão, é o desenho de um processo social interativo com procedimentos que permitam reunir informação técnica e não técnica e conciliar a responsabilidade coletiva e o respeito pela pluralidade das aspirações individuais na sociedade.

O desenho deste processo deverá ter em conta a experiência das novas estratégias de governança dos riscos e, em particular, considerar adequados instrumentos de parti-

cipação pública. Finalmente, a utilização de um núcleo de critérios de avaliação em vez de um critério único parece indicada para permitir selecionar um intervalo limitado de soluções que possa servir os objetivos de precaução.

Assim, pode concluir-se que, atendendo à complexidade dos problemas relativos aos riscos coletivos, o recurso aos modelos formais deverá servir, sobretudo, para formalizar o objeto da discussão, mesmo perdendo em precisão de modo a procurar ganhar em pertinência. Naturalmente que, como conceito multidisciplinar e de grande relevância social, de cuja configuração são responsáveis as entidades políticas (ou jurídicas), o princípio da precaução não pode ser definido unicamente como um modelo econômico. Será, obviamente, também fundamental a existência de um quadro regulador com procedimentos precisos e claros, adequados à natureza dos riscos ambientais e socialmente aceitos para a avaliação de riscos e das suas consequências potenciais e para a implementação de medidas de precaução. Assim se poderá chegar a soluções ao mesmo tempo mais fundamentadas, eficazes e democráticas.

Notas

- i Atual artigo 191, nº2, do Tratado sobre o Funcionamento da União Europeia. A única referência expressa ao princípio da precaução é a seguinte: “A política da Comunidade no domínio do ambiente (...) basear-se-á nos princípios da precaução e da acção preventiva, da correcção, prioritariamente na fonte, dos danos causados ao ambiente e do poluidor - pagador”.
- ii Por exemplo, na gestão da utilização de pesticidas (Califórnia e Washington), na gestão de substâncias e produtos químicos (Massachusetts), nas novas tecnologias (Nova Iorque) e na saúde pública (Minnesota) (Terra Bowling, 2008).
- iii Como os seguintes: RAFFENSPERGER e TICKNER (1999), CE (2000), HARREMOES *et al.* (2002), UNESCO (2005), MYERS e RAFFENSPERGER (2005), WIENER *et al.* (2011).
- iv A “complexidade” refere-se à dificuldade de identificar e quantificar as relações de causa entre potenciais agentes causadores e efeitos específicos observados. A “incerteza” envolve alguns componentes-chave como a variabilidade, erro sistemático ou aleatório na modelagem, efeitos estocásticos indeterminados ou genuínos, sistema de fronteiras e ignorância ou falta de conhecimento. A “ambiguidade” surge quando há diferentes, significativas e legítimas perspectivas a respeito dos resultados da avaliação do risco e da sua interpretação em termos de tolerabilidade ou mesmo aceitabilidade (RENN, 2008).
- v Os Estados Unidos da América (EUA) têm sido mais cautelosos na aplicação do princípio da precaução do que a União Europeia. A atenção atribuída às questões ambientais e à precaução parece depender, sobretudo, do contexto de cada caso particular: tecnologia, localização, culturas e percepção do risco social, sistemas legais mais ou menos abertos em relação às empresas ou a grupos de cidadãos (RANDALL, A., 2009; WIENER *et al.*, 2011).
- vi Nestes modelos, a incerteza científica (ou risco não comprovado) que caracteriza as situações de precaução difere do risco (risco comprovado), que caracteriza as situações de prevenção, principalmente devido à possibilidade de diminuir com o tempo.
- vii Ver resultados empíricos da aplicação do modelo em Ingham e Ulph (2005).
- viii Outro quadro é o da “prospect theory” (KAHNEMAN and TVERSKY, 1979). Os dois quadros têm sido combinados na “cumulative prospect theory” (TVERSKY *et al.*, 1990). De referir também toda uma literatura recente sobre percepção do risco que tenta explicar os elementos que influenciam comportamentos e atribuições (SLOVIC *et al.*, 2010).
- ix Assim, este método anularia a distinção entre incerteza e risco, e, assim, entre precaução e prevenção (onde as probabilidades são objetivas).
- x ‘Incomensurabilidade de valores’, i.e. “a ausência de uma unidade comum de medida para valores plurais” como definido por Martínez-Alier *et al.* (1998).

Referências

- ALLAIS, M. "Le comportement de l'homme rationnel devant le risque: critique des postulats et axiomes de l'école américaine". *Econometrica* 21, 503-546. 1953.
- ARROW, K. J., & FISHER, A. C. Environmental preservation, uncertainty and irreversibility. *Quarterly Journal of Economics*, 88, 312-319. 1974.
- BARGIACCI, R. Climate change scenarios and the precautionary principle. Em J. Wesseler, H.-P. Weikard, e R. Weaver (eds.), *Risk and Uncertainty in Environmental and Natural Resource Economics*. Edward Elgar, Cheltenham. 2004.
- BOLO, P. & de BONVILLER, A. Evaluation du portefeuille de recherches en appui aux politiques publiques sur les risques liés aux inondations (période 1997-2007). ISL bureau d'ingénieurs conseils, Ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de l'aménagement du territoire. 2008.
- BONDI, C. A. M. Applying the precautionary principle to consumer household cleaning product development. *Journal of Cleaner Production*. Volume 19, Issue 5, Pages 429-437. 2011.
- BOUDER, F., SLAVIN, D. & LOFSTEDT, R., A New Framework for Risk Management. Earthscan. 2007.
- CE - Comissão Europeia. Comunicação da Comissão sobre o Princípio da Precaução. COM (2000) – 1. Comissão Europeia, Bruxelas. 2000
- CPP. La décision publique face à l'incertitude Clarifier les règles, améliorer les outils. Comité de la Précaution et de la Prévention, Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement Durable et de la Mer. Mars. Paris. 2010.
- COONEY, R. & DICKSON, E. Biodiversity and the Precautionary Principle: Risk and Uncertainty in Conservation and Sustainable Use. Earthscan, London. 2005.
- CORNWALL, A. Democratizing engagement: what the Uk can learn from international experience. London: DEMOS, 2008.
- DI GIULIO, G.M., FIGUEIREDO, B. R., FERREIRA, L.C. & ANJOS, J.A.S.A. Experiências brasileiras e o debate sobre comunicação e governança do risco em áreas contaminadas por chumbo. *Ciência e Saúde Coletiva* (Impresso), v. 17, p. 337-349. 2012.
- DI GIULIO, G.M., FIGUEIREDO, B. R., FERREIRA, L.C. & ANJOS, J.A.S.A. Comunicação e governança do risco: a experiência Brasileira em áreas contaminadas por chumbo. *Ambiente e Sociedade* (Campinas), v. XIII, p. 283-297. 2010.
- EC – European Commission. Considerations on the application of the Precautionary Principle in the chemicals sector. Final Report. Milieu Ltd, T.M.C. Asser Instituut, PACE. DG Environment. 2011
- ELLSBERG, D. "Risk, ambiguity and the Savage axioms". *Quarterly Journal of Economics* 75 (4), 643-69. 1961.

- ETIENNE, J.-C. Rapport sur “Le principe de précaution : bilan de son application quatre ans après sa constitutionnalisation” (Compte rendu de l’audition publique du 1er octobre. Office Parlementaire d’évaluation des choix scientifiques et technologiques). 2009.
- FISHER, E., JONES, J. & VON SCHOMBERG, R. The Precautionary Principle and Public Policy Decision Making: a prospective analysis of the role of the Precautionary Principle for emerging science and technology. Edward Elgar. 2006.
- FUNTOWICZ, S. & RAVETZ, J. Ciência pós-normal e comunidades ampliadas de pares face aos desafios ambientais. *História, ciências, saúde-Manguinhos*, v. 4, n. 2, p. 219-230, 1997.
- GILBOA, I. & SCHMEIDLER, D. Maximin Expected Utility with a Non Unique Prior. *Journal of Mathematical Economics*, 18, 141-153. 1989.
- GODARD, O. « Le principe de précaution et la proportionnalité face à l’incertitude scientifique » Em *Conseil d’État, Rapport public 2005 – Responsabilité et socialisation du risque*. La Documentation Française, Paris. 2005.
- GOLLIER, C. & TREICH, N. “Decision-making under scientific uncertainty: the economics of the precautionary principle”. *Journal of Risk and Uncertainty* 27 (1), 77-103. 2003.
- GOLLIER, C, JULLIEN, L. & TREICH, N. “Scientific progress and irreversibility: an economic interpretation of the precautionary principle”. *Journal of Public Economics* 75, 229-253. 2000.
- GONÇALVES, V. “O Princípio da precaução e a avaliação de projectos: uma interpretação económica e de gestão”. Dissertação de Doutoramento em Gestão. ISCTE-IUL, Lisboa. 2008.
- HARREMOES, P, GEE, D., MACGARVIN, M., STIRLING, A., KEYS, J., WYNNE, B. & VAZ., S. eds. *The Precautionary Principle in the 20th Century: Late Lessons from Early Warnings*. Earthscan Publications, London. 2002.
- HENRY, C. Investment decisions under uncertainty: the irreversibility effect. *American Economic Review* 64 (6), 1006-1012. 1974.
- INGHAM A. & Ulph, A. “Uncertainty, irreversibility, precaution, and the social cost of carbon”, Em D. Helm (ed.), *Climate Change and Policy Response*. Oxford University Press. 2005.
- IRGC. *An Introduction to the IRGC Risk Governance Framework*. Policy Brief. Geneva. 2008.
- KAHNEMAN, D. & Tversky, A. Prospect theory: an analysis of decision under risk. *Econometrica*, 47(2), 263–91. 1979.
- KLINKE, A. & RENN, O. Adaptive and integrative governance on risk and uncertainty. *Journal of Risk Research*, Volume 15, 3, 273-292. 2012.
- JASANOFF, S. & MARTELLO, M.L. (eds.). *Earthly politics: local and global in environmental governance*. Cambridge, MA: MIT Press. 2004. 356 p.

- LANGE, A. & Treich, N. Uncertainty, Learning and Ambiguity in Economic Models on Climate Policy: Some Classical Results and New Directions. *Climatic Change*, Volume 89, Numbers 1-2, 7-21. 2009.
- MARTINEZ-ALIER, J, MUNDA, G. & O'NEILL, J. Weak comparability of values as a foundation for ecological economics. *Ecological Economics* 26: 277-286. 1998.
- MATHEU, M. La décision publique face aux risques. Relatório do seminário "Risques" animado por Michel Matheu. La Documentation française, Paris. 2002.
- MOREAU, N. & D. RIVAUD-DANSET, D. L'Incertitude dans les Théories Économiques. Repères, La Découverte, Paris. 2004.
- MUNDA, G. Social Multi-Criteria Evaluation for a Sustainable Economy. Springer-Verlag New York. 2008.
- MYERS, N. & RAFFENSPERGER, C. Precautionary tools for reshaping environmental policy. Island Press, Washington. 2005.
- OECD. Emerging systemic risks. Final report to the OECD Futures Project. Paris. 2003.
- PROTOCOLO DE CARTAGENA. Cartagena Protocol on Biosafety to the Convention on Biological Diversity: text and annexes. Secretariat of the Convention on Biological Diversity Montreal, Canada. 2000.
- QUIGGIN, J. "A theory of anticipated utility". *Journal of Economic Behavior and Organisation* 3, 323-43. 1982.
- QUIGGIN, J. "The Precautionary Principle and the Theory of Choice under Uncertainty". Working Paper, School of Economics, University of Queensland, Brisbane. 2009.
- RAFFENSPERGER, C. & TICKNER, J. eds. Protecting Public health & the Environment: Implementing the Precautionary principle. Island Press, Washington DC. 1999.
- RANDALL, A. "We Already Have Risk Management — Do We Really Need the Precautionary Principle?". *International Review of Environmental and Resource Economics*. Vol. 3, 1, 39-74. 2009.
- RENN, O. Risk governance: coping with uncertainty in a complex world. London: Earthscan. 2008.
- RENN, O., DREYER, M., KILINKE, A., LOSERT, C., STIRLING, A., VAN ZWANENBERG, P., MULLER-HEROLD, U., MOROSINI, M. & FISHER, E. The Application of the Precautionary Principle in the European Union. In: Precautionary risk appraisal and management. An orientation for meeting the precautionary principle in the European Union. Europaeischer Hochschulverlag. 2009.
- ROGERS, M. D. "Risk management and the record of the precautionary principle in EU case law". *Journal of Risk Research*. Vol. 14, 4, Abril, 467-484. 2011.
- ROWE, G. & FREWER, L. J. Evaluating public participation exercises: a research agenda. *science, technology & Human Values*, v. 29, n. 4, 512-556. 2004.

- SAREWITZ, D. How science makes environmental controversies worse. *Environmental Science & Policy* 7, 385–403. 2004.
- SAVAGE, L. *The foundations of statistics*. Revised and enlarged edition. Dover, New York. 1972.
- SCHMEIDLER, D. Subjective probability and expected utility without additivity. *Econometrica*, 57, 571–87. 1989.
- SEHN. *Advancing the precautionary agenda*. Science & Environmental Health Network, Feb. 2009.
- SLOVIC, P; FINUCANE, M.L.; PETERS, E.; MACGREGOR, D.G. Risk as analysis and risk as feelings: some thoughts about affect, reason, risk and rationality. Em P. Slovic (Eds.). *The feeling risk: new perspectives on risk perception*. Earthscan, London, p. 21-36. 2010.
- STIRLING, A. Risk assessment in science: Towards a more constructive policy debate. *EMBO Reports* 8: 309-15. 2007.
- STIRLING, A. & MAYER, S. *Confronting Risk and Precaution: a Multi-Criteria Mapping of a GM Crop*. Em M. Getzner (ed.), *Developing Alternatives for Valuing Nature*. Routledge, London. 2005.
- TERRA BOWLING, J. D. *Facing uncertainty : local governments and the precautionary principle*. National Sea Grant College Program (U.S.). Ocean Springs, Miss.: Mississippi-Alabama Sea Grant Consortium. 2008.
- THE CALIFORNIA DEPARTMENT OF HEALTH SERVICES. *Report on the Development of a Precautionary Principle Procedure in Mendocino County. Pilot Project Involving the Division of Environmental Health Vector Control Program Mendocino County DEH*. 2008.
- TISDELL, C. A. *Economics of Environmental Conservation*. Edward Elgar. 2005.
- TRATADO DE MAASTRICHT. *International Legal Materials*, American Society of International Law, 31 247-286. 1992.
- TVERSKY, A., SLOVIC, P. & KAHNEMAN, D. The Causes of Preference Reversal. *The American Economic Review*, Volume 80, Issue 1, 204-217. 1990.
- UNCED. *Declaração do Rio sobre o Ambiente e o Desenvolvimento*. Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente e o Desenvolvimento, Jun 14, 31 ILM 874, 879. 1992.
- UNESCO. *Le principe de précaution*. Commission mondiale d'éthique des connaissances scientifiques et des technologies, Paris. 2005.
- VAN ASSELT, M.B.A. & VAN BREE, L. Uncertainty, precaution and risk governance. *Journal of Risk Research*, Volume 14, No. 4, April, 401-408. 2011.
- VON NEUMANN, J. & MORGENSTERN, O. *Theory of games and economic behaviour*. Princeton University Press. 1944.
- WHITESIDE, K. H. *Precautionary Politics: Principle and Practice in Confronting Environmental Risk*. MIT Press, Cambridge, MA. 2006

WIENER, J. B., ROGERS, M. D., HAMMITT, J. K. & SAND, P. H. eds. *The Reality of Precaution: Comparing Risk Regulation in the United States and Europe*. RFF Press/Earthscan. 2011.

WILSON, K. A framework for applying the precautionary principle to transfusion safety. *Transfusion Medicine Reviews*. 25(3), 177-83. 2011.

Submetido em: 31/01/13

Aceito em: 03/10/13

O PRINCÍPIO DA PRECAUÇÃO E A GESTÃO DOS RISCOS AMBIENTAIS: CONTRIBUIÇÕES E LIMITAÇÕES DOS MODELOS ECONÔMICOS

VASCO BARROSO GONÇALVES

Resumo: Neste artigo apresentam-se os modelos mais relevantes que têm sido desenvolvidos para a interpretação econômica do princípio da precaução e a sua aplicação, com vista a conhecer as suas contribuições para o debate sobre a precaução e discutir a sua relevância prática para a decisão pública.

Analisa-se igualmente as suas virtualidades e principais limitações. Identificam-se também algumas ações que visam ultrapassar as limitações existentes.

O conceito de precaução tem presentemente grande relevância na regulação ambiental em muitos países. É, no entanto, ainda vaga a legislação a respeito da aplicação do princípio da precaução na tomada de decisão relativa à gestão dos riscos ambientais. Por isso, tem sido largamente referida a necessidade de dispor de quadros reguladores para a implementação operacional deste princípio que clarifiquem conceitos e procedimentos adequados à natureza dos riscos ambientais.

Palavras-chave: Princípio da precaução; Risco ambiental; Modelos econômicos.

Abstract: In this article the most relevant economic approaches and models that have been developed for the economic interpretation of the precautionary principle are presented. The aim is to identify their contribution to the debate on precaution and discuss their practical relevance in public decision-making.

Their virtualities and main limitations are analysed. Some actions to overcome these limitations are also identified.

The concept of precaution has great relevance in environmental regulation in many countries. However, legislation about the use of the precautionary principle in environmental decision-making is somewhat vague. That is why the need for a regulatory framework for the operational implementation of this principle has been largely stressed, to clarify concepts and management procedures that are appropriate to the nature of environmental risks.

Keywords: Precautionary principle; Environmental risk; Economic models.

Resumen: En este artículo se presentan los modelos más relevantes que se han desarrollado para la interpretación económica del principio de precaución y su aplicación con el fin

de conocer su contribución al debate sobre la precaución y discutir su relevancia práctica para la decisión pública.

Sus principales virtualidades y limitaciones también se analizan. Se identifican algunas medidas para superar las limitaciones existentes.

El concepto de precaución tiene una gran relevancia en el presente en la regulación ambiental en muchos países. La legislación es, sin embargo, vaga en cuanto a la aplicación del principio de precaución en la toma de decisiones sobre la gestión de los riesgos ambientales. Por lo tanto, ha sido ampliamente mencionada la necesidad de cuadros reguladores para la implementación operativa de este principio, para aclarar conceptos y procedimientos adecuados a la naturaleza de los riesgos.

Palabras-clave: Principio de precaución; Riesgo ambiental; Modelos económicos.
