

# O princípio da precaução: diretrizes para sua aplicação empírica

## *The precautionary principle: guidelines for its empirical application*

Juliane Altmann Berwig\*  
Wilson Engelmann\*\*

### Resumo

O princípio da Precaução é amplamente aplicado em cenários de riscos de danos ambientais. Ele serviu e serve para direcionar a elaboração de importantes legislações ambientais brasileiras. O fato é que apesar de existir um conceito pacificado entre os doutrinadores do Direito Ambiental sobre o que é o Princípio da Precaução, quando se exige a sua aplicação empírica, uma série de questionamentos e discordâncias se revelam. Para tanto, a presente pesquisa objetiva demonstrar as diretrizes para a aplicação empírica do Princípio da Precaução com base no conceito firmado na Rio 92. Utiliza-se da metodologia exploratória e método de abordagem indutivo, bem como da pesquisa bibliográfica como procedimento técnico para pesquisa doutrinária e legal. Concluiu-se que para uma abordagem capaz de aplicação empírica do Princípio da Precaução faz-se importante inicialmente compreender suas partes (riscos, estado da técnica e medidas economicamente viáveis). A partir da compreensão de suas “partes” foi possível elaborar um quadro-resumo com suas diretrizes de aplicação.

**Palavras-chave:** princípio da precaução; direito ambiental; diretrizes.

### Abstract

*The precautionary principle is widely applied in environmental damage risk scenarios. It served and serves to direct the elaboration of important Brazilian environmental legislation. The fact is that although there is a pacified concept among the doctrinaires of Environmental Law about what the Precautionary Principle is, when its empirical application is required, a series of questions and disagreements are revealed. Therefore, this research aims to demonstrate the guidelines for the empirical application of the Precautionary Principle based on the concept established in Rio 92. It uses the exploratory methodology and inductive approach method, as well as bibliographic research as a technical procedure for doctrinal research and in legislation. It was concluded that for an approach capable of empirical application of the Precautionary Principle, it is important to initially understand its parts (risks, state of the art and economically viable measures). From the understanding of its “parts” it was possible to create a summary table with its application guidelines.*

**Keywords:** precautionary principle; environmental law; guidelines.

## 1 Introdução

O Princípio da Precaução é encontrado como norteador das legislações ambientais brasileiras, uma vez que nelas existem determinações dos modos de proteção, objetivando precaucionar os danos ambientais. O princípio é assim amplamente aplicado tanto inspirados na elaboração de novas leis como em cenários de riscos de danos ambientais quando a legislação inexistente e uma tomada de decisão é uma medida necessária.

\*  Doutora em Direito pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos com Bolsa pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pelo Programa de Excelência Acadêmica (Proex). Mestre em Direito pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos, especialista em Direito Ambiental Nacional e Internacional pela Universidade Federal do Estado do Rio Grande do Sul e graduada em Direito pela Universidade de Santa Cruz do Sul. Professora no curso de Direito da Universidade FEEVALE e Pesquisadora com o projeto "Os impactos humano-ambientais gerados pelas nanotecnologias: redesenhando os elementos estruturantes do direito ambiental". Ex-Presidente e atual 2ª vice-presidente da Associação Gaúcha dos Advogados de Direito Ambiental Empresarial - AGAAE. Autora do livro Direito dos Desastres na Exploração offshore do petróleo. Sócia-proprietária do escritório Berwig Advocacia.

\*\*  Doutor em Direito Público pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos (2005). Mestre em Direito Público pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos (2000). Possui graduação em Direito pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos (1988). Realizou estudos de pós-doutorado em Direito Público - Direitos Humanos, no Centro de Estudos de Seguridade da Faculdade de Direito da Universidade de Santiago de Compostela, Espanha; Coordenador executivo, professor e pesquisador do Mestrado Profissional em Direito da Empresa e dos Negócios; professor e pesquisador do Programa de Pós-Graduação em Direito - Mestrado e Doutorado, ambos da UNISINOS; bolsista de produtividade em pesquisa do CNPq; é pesquisador colaborador do Latin American Nanotechnology & Society Network; pesquisador associado - Portugalense Institute for Legal Research; pesquisador associado do Centro de I&D sobre Direito e Sociedade, comitê de assessoramento da fapergs da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul e professor adjunto da Universidade do Vale do Rio dos Sinos. Tem experiência na área de Direito, com ênfase em Teoria Geral do Direito, atuando principalmente nos seguintes temas: nanotecnologias, inteligência artificial, direitos humanos, novos direitos, diálogo entre as fontes do direito e riscos.

Precaução é: cautelas que devam ser tomadas quando existirem incertezas científicas quanto aos potenciais danos ambientais de determinada atividade. Esta definição é pacífica entre os doutrinadores do Direito Ambiental, mas quando se fala em aplicação do Princípio, uma série de questionamentos e discordâncias se revelam.

Em razão disso, o problema de pesquisa do presente artigo é: quais são as diretrizes para a aplicação empírica do Princípio da Precaução? Como hipótese de solução do problema, a pesquisa parte da utilização do conceito de aplicação do Princípio 15 da Rio 92, uma vez sendo este de consenso internacional, bem como por trazer elementos capazes de auxiliar no direcionamento de sua compreensão e aplicação, quais sejam: risco, estado da técnica e medidas economicamente viáveis.

A presente pesquisa tem como objetivo: demonstrar as diretrizes para a aplicação empírica do Princípio da Precaução com base no conceito firmado na Rio 92. Utiliza-se para tanto da metodologia exploratória e método de abordagem indutivo, bem como da pesquisa bibliográfica como procedimento técnico para pesquisa doutrinária e legal.

## 2 O princípio da precaução: sua capacidade de aproximar o cenário presente aos danos futuros

Precaução decorre do sufixo latino “*cautio*”, conceito de “*cuidado*”. Precaução é, portanto, a “posição anterior à caução ou garantia de algo ou, como propõe a estrutura latina, situa-se num ponto decisório antes da prevenção, preceito também presente no Direito ambiental”. (MINASSA, 2018).

Os registros da origem do Princípio da Precaução decorrem da legislação alemã de 1959, especificamente na Lei sobre o uso pacífico da energia nuclear e proteção contra seus perigos, denominada Lei de Energia Atômica (*Atomgesetz*). Em 1974, ocorreu a criação da política ambiental alemã sob o nome “*vorsorgeprinzip*”, bem como na Lei Federal de Proteção Contra Emissões (*Bundes-Immissionsschutzgesetz*) há vista a necessidade de “precaução contra os efeitos nocivos ambientais e outros riscos” (BUNDESMINISTERIUM).

Também, o princípio tem suas primeiras aparições na Lei de Proteção Ambiental Sueca de 1969, trazendo na lei passagens prevendo que as agências estão autorizar a proibir atividades em precaução aos efeitos nocivos ao meio ambiente (SUNSTEIN, 2005, p.16).

Certamente, a origem do Princípio da Precaução está relacionada com os eventos decorrentes da Revolução Industrial, quando os recursos naturais passaram a ser demasiadamente impregnados na industrialização, bem como os combustíveis fósseis eram a principal fonte de “energia”. (CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO).

Diante disso, a Convenção de Estocolmo em 1972 e posteriormente a Rio 1992, trouxeram importantes discussões para o cenário internacional quanto a proteção ambiental. Tanto que o conceito do que é o Princípio da Precaução, denominado nacional e internacionalmente pelos doutrinadores da área ambiental, decorre do Princípio 15 da RIO 92. (CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO). Farber menciona que a declaração mais conhecida sobre o princípio da precaução é a encontrada na Declaração do Rio 92, especialmente nos trechos: “para proteger o meio ambiente, a abordagem de precaução deve ser aplicada de acordo com suas capacidades”, e que, dadas “ameaças de danos sérios ou irreversíveis, a falta de certeza científica não deve ser usada como razão para adiar os custos”, ou seja, medidas efetivas para prevenir a degradação ambiental”. (FARBER, 2015).

O Princípio da Precaução está previsto também no Art. 225 da Constituição Federal, além de outras legislações: Lei de Crimes Ambientais, Lei da Biossegurança, Lei da Política Nacional sobre Mudança do Clima, Lei da Política Nacional de Resíduos Sólidos, Convenção sobre Diversidade Biológica e Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima:

Art. 225. Todos têm Direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

<sup>1</sup> “Artigo 3. As Partes devem adotar medidas de precaução para prevenir, evitar ou minimizar as causas da mudança do clima e mitigar seus efeitos negativos. Quando surgirem ameaças de danos sérios ou irreversíveis, a falta de plena certeza científica não deve ser usada como razão para postergar essas medidas, levando em conta que as políticas e medidas adotadas para enfrentar a mudança do clima devem ser eficazes em função dos custos, de modo a assegurar benefícios mundiais ao menor custo possível. Para esse fim, essas políticas e medidas devem levar em conta os diferentes contextos socioeconômicos, ser abrangentes, cobrir todas as fontes, sumidouros e reservatórios significativos de gases de efeito estufa e adaptações, e abranger todos os setores econômicos. As Partes interessadas podem realizar esforços, em cooperação, para enfrentar a mudança do clima.” In: BRASIL. Decreto nº 2.652 de 1º de julho de 1998.

§ 1º Para assegurar a efetividade desse Direito, incumbe ao Poder Público:

[...]

V - controlar a produção, a comercialização e o emprego de técnicas, métodos e substâncias que comportem risco para a vida, a qualidade de vida e o meio ambiente; [...]

Pode-se dizer assim que o Princípio da Precaução é encontrado como norteador das legislações ambientais brasileiras, uma vez que nelas existem determinações para que o Poder Público defina os modos de proteção e avaliação dos impactos, objetivando precaucionar os danos ambientais (ANTUNES, 2016, p.39).

Os estudos apresentam diversas e distintas definições e formas de aplicações. Da forma mais fraca à mais forte. Na versão fraca “a falta de evidência decisiva de dano não deve ser motivo para se recusar a regulamentar”. (SUNSTEIN, 2005, p.18). Na intermediária objetiva-se o equilíbrio entre todos os diferentes aspectos envolvidos no caso concreto, privilegiando a racionalidade e a solução de compromisso entre os diferentes atores. (ANTUNES, 2016, p.41) Na versão forte, sugere-se a regulação sempre que houver um possível risco, representando ação extrema (SUNSTEIN, 2005, p.18-24).

Pela indefinição, os estudiosos determinam que o Princípio da Precaução é “inovador, mas irresponsável, generalizado, mas arbitrário e significativo, mas imprudente.” (DARK; BURGİN, 2017). Por conta disso, o Princípio tem sido muito condenado e por ser abstrato possui importantes e sérias dificuldades de aplicação empírica.

Esta questão justamente induz a um cenário de ambiguidade quando os especialistas discordam do enquadramento (forte, fraco, moderado) para a realização de uma gestão dos riscos, os quais estão abarrotados de incertezas e trazem questionamentos como os citados pelo autor Stirling (2010).

Os problemas de ambiguidade surgem quando os especialistas discordam sobre o enquadramento de possíveis opções, contextos, resultados, benefícios ou danos. Como a incerteza, estes não podem ser reduzidos à análise de risco e exigem tratamento plural e condicional. Esses métodos podem destacar - em vez de ocultar - diferentes questões regulatórias, como: “o que é melhor?”, “O que é mais seguro?”, “Isso é seguro?”, “Isso é tolerável?” ou (como geralmente é rotina) “isso é pior do que o que temos agora?”

Objetivando-se enfrentar o conceito e aplicação do Princípio da Precaução e explorar para apresentar diretrizes para a sua aplicação, utilizou-se da sua melhor definição e mais utilizada mundialmente, ou seja, o Art. 15 da Declaração Rio 92:

Princípio 15 - Com o fim de proteger o meio ambiente, o **princípio da precaução** deverá ser amplamente observado pelos Estados, de acordo com suas capacidades. Quando houver ameaça de danos graves ou irreversíveis, a ausência de certeza científica absoluta não será utilizada como razão para o adiamento de medidas economicamente viáveis para prevenir a degradação ambiental.

Para tanto, para acionar o Princípio da Precaução com base no Princípio 15 da Rio 92, importante compreender a sua composição, qual seja: i) ameaça de danos graves ou irresistíveis, que são os riscos atinentes as atividades; ii) ausência de certeza científica absoluta; iii) medidas economicamente viáveis para prevenir a degradação ambiental.

### 3 O risco

As ameaças<sup>2</sup> (ADAMS, 2009, p. 26-40) de graves danos ou irresistíveis são de fato os riscos intrínsecos que as atividades que utilizam os recursos ambientais tem de causar danos (LUHMANN, 2005, p. 144). Os riscos são, portanto, uma incerteza de ocorrência, por esta via o incerto não é algo (in) existente. Não tem suas dimensões ou suas gravidades claramente apontadas. O incerto “pode ser uma hipótese, algo que não foi ainda verificado ou não foi constatado”. Mas, pelo Princípio da Precaução, o fato de o incerto ser desconhecido ou incompreendido indica que ele deva ser avaliado ou pesquisado (MACHADO, 2018, p. 2188-2189).

Ben e Engelmann (2021) mencionam que o risco se refere ao que se sabe sobre as probabilidades, as quais são calculadas por uma base científica e aos efeitos, que são bem definidos. Já a incerteza poderia ser definida

<sup>2</sup> A ameaça sendo definida como algo que poderia causar dano e o risco o resultado da multiplicação da probabilidade pela ameaça. Se você não sabe ao certo o que acontecerá, mas conhece as probabilidades, isso é risco, mas se você não conhece nem mesmo as probabilidades, é incerteza, logo ameaça. (ADAMS, 2009, p. 26-40)

quando apesar de haver confiança na integridade e na plenitude de um conjunto definido de efeitos, não há base teórica ou empírica quanto a probabilidade de ocorrência dos efeitos.

Luhmann faz uma diferenciação entre risco e perigo. Risco oportuniza uma tomada de decisão, pois a comunicação está voltada ao futuro, sendo necessário racionalizar no futuro sem que ele sequer tenha ocorrido, mediante uma autoanálise do sistema para promover o controle de determinada ameaça. O perigo representa a impossibilidade de antecipar, pelo desconhecimento da causa e da consequência de determinado fato (LUHMANN, 2005, p. 144).

Os riscos são reais e irreais ao mesmo tempo. De um lado existem ameaças e destruições que são já bem reais: a poluição ou a morte das águas, a desapareção de florestas, a existência de novas doenças etc. do outro lado, a verdadeira força social do argumento do risco reside justamente nos perigos que se projetam para o futuro (MACHADO, 2014, p.95).

Leite e Ayala, resumem que se pode conceituar a Precaução como a busca do pelo afastamento, no tempo e no espaço, do perigo, bem como na busca da proteção contra o próprio risco e na análise do potencial danoso oriundo do conjunto de atividades. Assim, o princípio busca “prevenir já uma suspeita de perigo ou garantir uma suficiente margem de segurança da linha do perigo”. (LEITE; AYALA, 2011, p.53-54). Machado limita a visão maximalista da Precaução mencionando que “não é qualquer risco que irá desencadear um procedimento de controle e sim o risco significativo”. (MACHADO, 2018, p. 2188-2189). Entretanto, para dizer se um risco é ou não significativo é necessário que este seja conhecido, avaliado, mensurado e gerido. Portanto, a questão que vem à tona é: qual deve ser a margem de segurança e a quais riscos esta margem deve ser aplicada? (SUNSTEIN, 2005, p. 119).

Definir o que se entende por ameaça hipotética, porém plausível, que ensejaria a adoção das políticas públicas de precaução com os seus correlatos gravames, é medida essencial para acionar a Precaução (MOTA, 2008). Para que isso seja plausível “a escolha concreta das medidas precaucionais adequadas depende muito das *características do risco*” (quanto à probabilidade, frequência, eminência, injustiça distributiva), bem como da *natureza do dano potencial* (se afetará o ambiente ou também pessoas, colocando em perigo além da saúde a vida, se atingirá ou não o funcionamento da economia, se ultrapassará as fronteiras territoriais nacionais, se será irreversível ou se se acumulará aos riscos pré-existentes, se haverá possibilidade de notificação das vítimas). Assim na avaliação da gravidade dos riscos não se deve atender apenas a indicadores de gravidade objetiva, mas também aos indicadores de gravidade subjetiva, (ARAGÃO, 2011-2012, p. 159-185) ou seja, o risco deve ser analisado em todas as suas facetas diretas e indiretas.

O “Princípio da Precaução geralmente é alçado à categoria de instrumento de realização do desenvolvimento sustentável, com a tarefa de proteger as gerações atuais e futuras contra riscos abstratos, globais, invisíveis, transtemporais, retardados e irreversíveis” (ENGELMANN; MACHADO; 2013). Desta maneira, visa gerenciar os riscos desconhecidos ou incertos até certa medida, sendo necessário para isso racionalizar os riscos implicados, de acordo com uma avaliação de probabilidade de ocorrência associada à sua magnitude. Encontrando, nesta linha, argumentos e suportes para decidir sobre a maneira adequada a se evitar os danos ambientais. (BERWIG, 2014)

Giddens argumenta que a precaução deve ser visionária das hipóteses de ocorrência dos danos e que por isso deve-se aliar a Precaução ao “*Princípio da Percentagem*”. Em vista disso, é preciso avaliar os riscos e oportunidades em termos da relação entre os custos a que se fica sujeito e aos benefícios obtidos (GIDDENS, 2010, p.85). Aragão, entende que a aplicação do *Princípio da Precaução*, também possui três momentos que devem ser norteados pela ponderação entre: as vantagens e os inconvenientes, a avaliação da aceitabilidade social e a escolha de medidas precaucionais adequadas de proporcionais (ARAGÃO, 2008, p.09-53).

Na Alemanha e nos EUA, aplica-se a análise trifásica do risco: *avaliação, gestão e comunicação*. A *avaliação* deve ser levada a cabo, inicialmente, pelo legislador – na “identificação, em abstrato, dos riscos vitais para a coletividade e na sua graduação entre residuais, atuais e potenciais - mas a Administração terá sempre uma importante tarefa de avaliação de riscos potenciais, em concreto”. Na *avaliação* deve se ter em consideração a fidedignidade da informação e a transparência na sua divulgação ao público. Na *gestão do risco* é, na sua dimensão operacional, exclusivamente administrativa, mas o princípio obriga o legislador a estabelecer, ainda que pela mínima densidade possível, a habilitação legal de ingerência e os pressupostos essenciais. A *comunicação do risco*, “opera em dois níveis: o destinatário da autorização e o público em geral, no seio do qual podem recortar-se particulares interessados em virtude da proximidade a fonte de risco”. Qualquer das partes tem interesse na explicitação da

decisão que gera a incerteza, não só por razões de avaliação da razoabilidade do nível de ingerência (isto é: *quantum* de deveres de proteção) exigido pela Administração (o destinatário), mas também do conhecimento do tipo e grau de risco a que estão expostos (público em geral e interessados em particular) (GOMES, 2013, p.199-200).

Análise de Risco e a Gestão de Risco, para Cezar e Abrantes, deve ser realizada em três fases: Primeiro, sendo definida a *Percepção de Risco*; Segundo, a *Análise de Risco* propriamente, que com base em um conhecimento técnico-científico especializado e na identificação prévia dos efeitos adversos a serem considerados, é feita uma quantificação do risco e por Terceiros, na posse das informações detalhadas sobre o riscos (percepção, análise e quantificação) a *Gestão de Risco*, que é a etapa final de tomada de decisões, onde se escolhem determinadas linhas de ação a partir dos resultados fornecidos pelo estudo do risco (CEZAR; ABRANTES, 2003). A *Percepção dos riscos* é analisada à luz de critérios científicos de gravidade e também critérios de inaceitabilidade social. Aragão assim os classifica em i) riscos objetivos, que são aqueles riscos cientificamente elevados, na medida em que a sua gravidade é mensurável, ou seja, a sua importância é avaliável cientificamente. Nestes, aparentemente, existe uma consciência dos cidadãos (a poluição hídrica, por exemplo); ii) riscos subjetivos, apesar de serem considerados muito baixos ou mesmo irrelevantes pelos especialistas, geram ondas de alarme social (ARAGÃO, 2011-2012, p. 159-185).

Na *percepção de risco*, o princípio da precaução poderia assumir a seguinte função: verificado mediante o senso comum ou por pareceres isolados de especialistas, a possibilidade de danos tidos como sérios ou irreversíveis, a precaução conduziria para a adoção imediata de medidas de prevenção da degradação ambiental prevista” (CEZAR; ABRANTES, 2003). Deste modo, o princípio da precaução envolve uma percepção de riscos inicial em que não existem certezas, sequer as chamadas percepções científicas.

Quando se fala em novas tecnologias os benefícios são inicialmente superestimados e os riscos subestimados. Devido à especificidade necessária na identificação de uma nova tecnologia, e a natureza abstrata de antecipação dos riscos, a incerteza associada à estimativa de benefícios pode ser menor inicialmente, enquanto a incerteza em torno do risco pode ser grande. Portanto, na medida em que as informações adicionais produzem estimativas melhoradas ambos se beneficiam (riscos e benefícios), pois o sistema avançando em busca de informações mais perfeitas, os riscos e os benefícios são indistinguíveis dentro dos limites da incerteza (WIESNER, 2011).

Nesta fase, “o primeiro problema é a miopia: as pessoas geralmente se concentram no curto prazo e negligenciam o longo prazo, de uma maneira que pode prejudicar seus próprios interesses”. A razão é que a tentativa de defesa ignora o problema central, “as precauções contra alguns riscos quase sempre criam outros riscos” (SUNSTEIN, 2005, p. 52-53). Muitas vezes busca-se evitar os riscos conhecidos, muito embora não os riscos desconhecidos – ou as surpresas (ANTUNES, 2016, p. 34).

Em outro exemplo, Antunes explica com clareza o necessário equilíbrio nas decisões de precaução quanto aos riscos:

Se com base no Princípio da precaução tomamos uma atitude contrária à energia nuclear, não podemos utilizá-la contra os combustíveis fósseis, visto que consideramos como risco maior a energia nuclear. Por outro lado, se o utilizamos contra os combustíveis fósseis, pois temos fundados receito quanto ao aquecimento global, não podemos nos insurgir contra as hidrelétricas (ANTUNES, 2016, p. 32).

Desta maneira, o Perez sugere a aplicação do *diagrama de risco* qualitativo como ferramenta para fornecer informações úteis para a análise dos riscos e aplicação da precaução. Nesse contexto, a visualização pode auxiliar os tomadores de decisão na classificação de riscos e na consideração de respostas adequadas. Pode apoiar os tomadores de decisão no raciocínio sobre o Princípio da Precaução e o seu lugar dentro do universo mais amplo de riscos (PEREZ, 2010).

Diagrama de Risco de Perez adaptado e traduzido para o Português

Impactos	Ações de Gestão de Risco		
	Significativos	Gestão considerada necessária.	Os riscos devem ser gerenciados e monitorados.
Moderados	Os riscos com monitoramento podem ser aceitos.	A gestão dos riscos merece esforço.	A gestão dos riscos é uma exigência.
Menores	Riscos aceitos.	Riscos aceitos, mas devem ser monitorados.	Riscos devem ser geridos e monitorados.
	Baixa	Média	Alta
	Probabilidade		

Fonte: Perez (2010) (tradução nossa).

O diagrama apresentado por Perez realiza uma abordagem tendo como parâmetros os impactos (menor, moderado e significativo) e as probabilidades (baixa, média e alta), linhas vermelhas. Na medida em que os impactos e as probabilidades aumentam (partindo da exterminada baixa até a alta, linha laranja) as ações para a gestão do risco também se tornam mais extensivas. Por exemplo, um determinado produto terá seu risco aceito se tiver impacto menor e probabilidade baixa de causar danos. Já um produto com baixa probabilidade de dano, mas significativo impacto terá ações para a gestão dos riscos consideradas necessárias. De forma oposta, se o produto apresentar um impacto baixo e uma probabilidade alta, os riscos deverão ser geridos e monitorados.

Assume-se, portanto que é complexa a relação do princípio com o processo total de *Análise de Risco*, de modo que, em algumas situações o princípio reafirma a relevância do conhecimento técnico-científico para a quantificação do risco, enquanto que, em outras, ele os desprestigia para resguardar percepções baseadas em senso comum. Ou seja, imaginando-se que a *Análise de Risco* apontasse um risco elevado de que um agente cause danos ambientais sérios ou irreversíveis, o Princípio da Precaução poderia ser invocado para evitar argumentos que buscassem adiar ou evitar a adoção de medidas. Em outra interpretação, se a *Análise de Risco* apresentasse uma probabilidade de dano próxima à zero. Dada a incerteza inerente à quantificação do risco, poderia, nesse caso, se argumentar que a *Análise de Risco* conclui por uma “ausência de absoluta certeza científica” de que um determinado agente não causará dano. O Princípio da Precaução poderia ser, então, aplicado para impedir que essa *Análise de Risco* apontasse risco próximo a zero fosse utilizada como razão para postergar, na fase de Gestão de Risco, medidas de precaução contra um dano ambiental inicialmente percebido (CEZAR; ABRANTES, 2003).

Qual o campo da decidibilidade quanto a percepção do risco para aplicação do princípio da precaução?

No âmbito da política, em que uma decisão deve ser tomada, sem que seja possível prever os seus efeitos e implicando na responsabilidade institucional dos governantes que não podem basear-se nem em análises de riscos (falhas, porque ausentes os dados científicos confiáveis), nem no senso comum, que nessa perspectiva é sempre falho. A ação política é sempre paradoxal, pois acarreta uma ação mais extensa que a força da incerteza. Ademais, exige-se que a imposição de restrições seja realizada antes mesmo da absoluta certeza científica quanto a ameaça real ao meio ambiente. Basta assim, a plausibilidade, fundada nos conhecimentos científicos disponíveis à época. Portanto, o Princípio da Precaução traz uma “exigência de cálculo precoce dos potenciais perigos para a saúde ou para a atividade de cada um, quando o essencial ainda não surgiu” (MOTA, 2008).

#### 4 O estado da técnica

Os programas das Tecnologias Convergentes correspondem perfeitamente às características que distinguem tecnociência contemporânea da ciência moderna: a ciência pretende saber como é o mundo: descrevê-lo,

interpretá-lo, entendê-lo, explicá-lo e, na melhor das hipóteses, prever *a priori* os eventos que vão acontecer, bem como explicar *a posteriori* aqueles ocorridos. Já o principal objetivo da tecnociência, em vez disso, consiste em “transformar o mundo, seja natural, social ou artificial”. Além disso, para um cientista o conhecimento é um fim em si, enquanto que para um tecnocientista é um meio para alcançar outros objetivos. O desenvolvimento acelerado da tecnociência está relacionado com os incentivos financeiros, pois estes objetivam que da pesquisa surjam desenvolvimentos tecnológicos e inovações, ou seja, transformações e não apenas a compreensão do mundo e sua descrição (ECHEVERRÍA, 2009).

Nessas circunstâncias,

o Princípio da Precaução fornece uma maneira de legitimar atividades e processos que, de outra forma, seriam inaceitáveis. Mesmo quando o medo do público sobre as novas tecnologias é irracional, cientistas e formuladores de políticas não podem ignorá-lo. Pelo menos alguma versão do princípio da precaução pode parecer oferecer um compromisso entre a ciência e a democracia, assegurando ao público a segurança de uma nova tecnologia e tornando mais difícil para os alarmistas bloquear uma nova tecnologia (SUNSTEIN, 2005, p.54).

É claro que ninguém pode prever com segurança o imprevisível, mas há lições a serem aprendidas com os erros do passado (STIRLING, 2010). Os resultados decorrentes da incerteza científica geraram a desconfiança sobre a ciência após as tragédias da talidomida, da doença das vacas loucas e de Chernobyl (SUNSTEIN, 2005, p.54). Ou seja, o desenvolvimento é um processo gradativo mediante a adição de novos itens, de forma isolada ou em combinação, isso não é diferente no campo do conhecimento científico, em que o estoque sempre crescente vai constituindo o conhecimento científico e a técnica (KUHN, 2017, p.60).

- Podem ser incertezas quanto à origem dos danos. Quando há danos reais e confirmados, mas se desconhece qual a causa, ou então quando há uma causa hipotética para os danos, mas onexo causal entre ambos não é claro. São as dúvidas relativamente a saber “qual”, e que justificam a pergunta: “qual é o risco?”
- Podem ser incertezas quanto à natureza ou gravidade dos danos. Quando não há dúvidas de que uma certa atividade vai provocar danos, mas não sabemos exatamente quais ou quão graves. São as dúvidas relativamente ao o “quê” ou ao “quanto”, que conduzem à pergunta: “risco de quê?”
- Podem ser incertezas quanto à própria verificação dos danos. Quando nem sequer há ainda um dano confirmado, havendo apenas suspeitas. São as dúvidas relativamente ao “se”, que explicam a pergunta: “há sequer risco?” (ARAGÃO, 2011-2012, p. 159-185)

As realizações científicas são reconhecidas durante algum tempo por alguma comunidade científica específica proporcionando fundamentos para a prática posterior. Essas estão abertas para possibilitar o desenvolvimento subsequente por esses praticantes da ciência. Tais realizações são concebidas como paradigmas, ou seja, exemplos aceitos na prática científica e que proporcionam modelos dos quais brotam as tradições de pesquisa científica que serão aplicados subsequentemente (KUHN, 2017, p. 71).

Para melhor compreensão “Calor, luz, eletricidade e magnetismo adquiriram paradigmas e subitamente uma massa inteira de fenômenos indiscriminados começaram a fazer sentido”. Isso coincidiu com a Revolução Industrial, Era que deu início ao moderno mundo técnico-científico hoje compartilhado (HACKING, 2017, p.17).

Mesmo no século da informação, ainda subsistem inúmeras incertezas científicas. Isto se justifica no fato de que a sociedade está perante substâncias ou tecnologias muito recentes e inovadoras, cujos impactos ainda são pouco conhecidos (as nanotecnologias ou os organismos geneticamente modificados, por exemplo), mas que comportam riscos para as atuais e para as futuras gerações. Além disso, muitas das novas tecnologias foram estudadas apenas em contexto laboratorial, e não ambiental real; apenas numa escala temporal de anos ou décadas quando deviam ter sido de séculos ou milênios; e apenas numa escala geográfica restrita e não alargada (ARAGÃO, 2011-2012, p. 159-185).

Aragão explica a diferenciação entre a incerteza ontológica, epistemológica e hermenêutica. A incerteza ontológica deriva da natureza complexa dos sistemas (ecossistemas ou sistemas climáticos), da sua escala (desde a escala nano, até à escala planetária, ou interestelar, no caso das tempestades magnéticas solares), do seu carácter aleatório (riscos atômicos, ao comportamento de seres vivos ou comunidades bióticas) ou do seu carácter dinâmico (os ecossistemas são sistemas abertos e dinâmicos, dificilmente previsíveis, pois evoluem por

inúmeros fatores). A incerteza epistemológica, tanto pode resultar da inexistência, inadequação ou incompletude dos dados, como da existência de dados contraditórios ou até da existência de demasiados dados. A incerteza hermenêutica, que decorre do fato de, perante a escassez ou o excesso de dados, podem ser geradas diferentes interpretações da realidade e, portanto, diferentes visões quanto ao risco (ARAGÃO, 2011-2012, p. 159-185).

A previsão tecnológica pode ser expressa seja por um “valor numérico seja por condicionantes do tipo “provável”, “improvável”, “muito provável”, “pouco provável” ou “quase certo”, de acordo com o grau e tipo de conhecimento relevante disponível e efetivamente empregado na previsão” (CEZAR; ABRANTES, 2003).

De tal modo, apesar de as previsões sobre efeitos de tecnologias se referirem a eventos naturais ou sociais, elas não são feitas, exclusivamente, com base em um conhecimento científico – elas são feitas também a partir de um conhecimento sobre o funcionamento e sobre falhas das tecnologias. Mais especificamente, as previsões sobre tecnologias podem se referir a: i) *Previsões sobre Funcionamento* que dizem respeito a antecipações das entradas (inputs) e saídas (outputs) decorrentes do funcionamento dos mecanismos ou sistemas de mecanismos; ou do funcionamento interno desses mecanismos, ou sistemas de mecanismos; ii) *Previsões sobre Falhas*, elas indicam as antecipações sobre a falha a ser apresentada pelo mecanismo ou quais seriam os produtos ou subprodutos gerados ou comprometidos em razão de falhas do mecanismo ou de algum de seus componentes; iii) *Previsões sobre Efeitos Sociais* que são as antecipações de efeitos econômicos, sociais, políticos ou culturais gerados pelas saídas ou entradas envolvidas no funcionamento do mecanismo ou na possível falha deste ou pelos efeitos ambientais ou sanitários delas decorrentes; iv) *Previsões sobre Efeitos Ambientais* que são as antecipações dos efeitos para o meio ambiente gerados pelas saídas ou entradas envolvidas no funcionamento do mecanismo ou na possível falha deste ou pelos efeitos sociais ou sanitários delas decorrentes; v) *Previsões sobre Efeitos para a Saúde Humana* que são as antecipações de efeitos para a saúde humana gerados também elas saídas ou entradas envolvidas no funcionamento do mecanismo ou na possível falha deste ou pelos efeitos sociais ou ambientais delas decorrentes (CEZAR; ABRANTES, 2003).

O termo “certeza” no Princípio da Precaução qualifica uma previsão (de que haverá ou não dano ambiental em certas condições). A formulação dá-se num contexto científico: trata-se de uma “absoluta certeza científica”. Trata-se de certeza com respeito a uma previsão científica. ‘Ter conhecimento’ e ‘ter certeza’ parecem saberes intimamente associados. Uma das estratégias do cético é que haja certeza para ter o conhecimento. Consequentemente, se não é possível ter certeza; logo, não se tem o conhecimento. Dois modos de enfrentar esse desafio cético seriam:

Mostrar que a certeza não é uma condição necessária para se ter conhecimento.

Mostrar que podemos ter certeza pelo menos com respeito a um subconjunto de nossas crenças e, em seguida, tentar ampliar a nossa certeza para outras crenças. (CEZAR; ABRANTES, 2003).

Vários epistemológicos contemporâneos defendem a primeira estratégia: a certeza seria uma exigência adicional ao conhecimento, ou seja, é possível ter conhecimento mesmo se não se tem a certeza. “A certeza seria relevante somente para asseverações de um sujeito de que possui conhecimento. Mas o sujeito pode ter, de fato, conhecimento mesmo que não tenha certeza a respeito de sua crença e declare, equivocadamente, que não tem conhecimento”. A segunda estratégia é adotada, pelos fundacionalistas, para eles a noção de ‘certeza’ é central. Designa, assim, a posição de que apenas está-se justificando em crenças e se elas estiverem ‘apoiadas em bases sólidas’, em algum ‘fundamento’ indubitável. O “fundacionalista propõe-se a justificar (todas) as nossas crenças a partir de crenças ‘básicas’ que são tidas como ‘certas’, no sentido de que são indubitáveis ou infalíveis” (CEZAR; ABRANTES, 2003). Ou seja, “tudo o que se conhece e se admite como sendo certo ou verdadeiro – tem fundamentos últimos”. (MORA, 1994, p. 1163).

Num contexto científico, o ‘certo’ pode gerar diferentes compreensões:

Que a inferência levando das premissas à conclusão é ‘certa’. Ou seja, que admitidas certas proposições como premissas, segue-se necessariamente a proposição observacional (que constitui a previsão). Temos aqui uma certeza de tipo lógica que não garante, por si só, o valor verdade da proposição observacional. Normalmente entendemos algo mais do que uma certeza meramente lógica quando dizemos que uma previsão é ‘certa’, e isso nos leva à interpretação seguinte.

Que a proposição observacional que constitui a previsão é verdadeira (MORA, 1994, p. 1163).

Em ambas as interpretações, podem ser admitidas menos ‘certeza’ (ou um maior grau de incerteza), em função dos seguintes fatores:

1) Se a inferência envolvida na previsão não for dedutiva, mas indutiva, não temos sequer certeza lógica de que a (verdade da) conclusão segue-se (da verdade) das premissas. Inferimos a conclusão somente com uma certa probabilidade, grau de 'força' ou de 'certeza'.

2) Não temos certeza 'absoluta' com respeito a quaisquer proposições, incluindo as pressupostas numa inferência, sejam elas observacionais, nomológicas ou teóricas. Nesse caso, mesmo que a inferência ligando a conclusão às premissas seja dedutiva, não podemos nos assegurar com certeza da (verdade da) conclusão; ou seja, não podemos ter certeza a respeito da ocorrência do fato previsto (CEZAR; ABRANTES, 2003).

O fator (2) é muito presente. Em uma previsão científica estão envolvidas premissas de: leis e condições iniciais. As leis são, "enunciados universais, ou seja, espaço-temporalmente irrestritos, e as condições iniciais são enunciados singulares". Ora, não é possível em geral, ter certeza 'absoluta' a respeito de uma proposição universal. Elas não podem ser provadas, mas confirmadas (probabilizadas) ou falseadas dada a evidência empírica (CEZAR; ABRANTES, 2003).

Logo, o princípio da precaução pressupõe uma avaliação científica de todos os aspectos testáveis e verificáveis do risco antes da adoção de medidas. Considerando que "as medidas precaucionais são sempre provisórias", e que "devem ser periodicamente revistas à luz da evolução dos conhecimentos científicos e técnicos, também após a adoção das medidas, a ciência é novamente convocada, desta vez para fundamentar a manutenção, o reforço ou a revogação das medidas precaucionais". Em suma, as medidas precaucionais baseadas com fundamento na ciência e não contra a ciência, inclusive mantendo em razão dos dados científicos (ARAGÃO, 2011-2012, p. 159-185). Assim, "não existe aquilo que se concebe por certeza científica absoluta, mas apenas paradigmas, respostas científicas provisórias determinantes numa época histórica precisa" (MOTA, 2008).

Por sua vez, o conhecimento relevante para esse tipo de previsão pode ser constituído por:

- a) Descrições sobre aspectos específicos do mecanismo então considerado, tais como o material e o método utilizados no seu desenvolvimento.
- b) Descrições sobre o ambiente em que o mecanismo será utilizado ou desenvolvido.
- c) Descrições dos indivíduos ou grupo de indivíduos responsáveis pela sua operacionalização.
- d) Leis científicas determinísticas ou estatísticas.
- e) Leis tecnológicas/técnicas estatísticas.
- f) Informações sobre a "função" desempenhada por uma determinada estrutura, componente ou pessoa (CEZAR; ABRANTES, 2003).

A incerteza científica mora sobre os riscos da execução de atividades utilizadoras de recursos naturais, especialmente quanto as novas tecnologias (nanotecnologias e biotecnologias). Há assim, uma necessidade de rastreamento dos riscos, mediante a elucidação de mecanismos que produzem esses riscos, bem como uma ampla consideração de possíveis riscos para os ecossistemas complexos (WIESNER; BOTTERO, 2011).

## 5 As medidas economicamente viáveis

Como verificado a aplicação empírica do Princípio da Precaução inclui inúmeras incertezas quanto a valoração dos riscos, quanto a incerteza científica, mas também precisa ser considerado o valor econômico da medida a ser implementada para a gestão do risco de dano ambiental. Haja vista que, mesmo havendo informação esta somente será possível mediante um determinado investimento, o qual também deve ser mensurado diante dos possíveis riscos e benefícios da tecnologia.

A Comunicação da Comissão Relativa ao Princípio da Precaução em relação às medidas economicamente viáveis orientam que:

As medidas adotadas pressupõem a análise das vantagens e dos encargos resultantes da atuação ou da ausência de atuação. Esta análise deveria incluir uma análise econômica custo/benefício quando adequado e viável. Contudo, podem ter-se em conta outros métodos de análise, como os que se referem à eficácia e ao impacto socioeconômico das opções possíveis. Além disso, as instâncias de decisão podem também orientar-se por considerações não-econômicas (COMISSÃO DAS COMUNIDADES EUROPEIAS).

Mas, como poder-se-ia quantificar as medidas e quais os limites sociais nelas envolvidos? A precaução restaura a primazia do político na consecução das políticas públicas, mas, qual a sua delimitação? É sabido que ela deve pautar-se para fixar medidas razoáveis e medidas econômicas proporcionais para preservar a degradação ambiental (MOTA, 2008).

Como sabido, “não há atividade humana que possa ser considerada isenta de riscos; o que a humanidade faz, em todas as suas atividades, é uma análise de custo e benefício entre o grau de risco aceitável e o benefício que advirá da atividade” (ANTUNES, 2016. p. 38).

Sunstein critica a análise de custo-benefício para controlar decisões regulatórias, pois essa análise não estabelece uma regra pela qual as escolhas devam ser feitas. Os participantes podem optar por continuar usando determinada tecnologia mesmo quando os custos excedem os benefícios. Todavia, se o fizerem, deveria ser depois de receber as informações que a análise de custo-benefício oferece. Por outro lado, se os reguladores optarem por impor custos desproporcionalmente altos em comparação com os benefícios esperados, eles devem explicar por que escolheram fazer isso (SUNSTEIN, 2005, p.130).

Por isso, “o custo excessivo deve ser ponderado de acordo com a realidade econômica de cada País, pois a possibilidade ambiental é comum a todos os Países, mas diferenciada” (MACHADO, 2014, p. 106). Em apanhado às “dúvidas” da precaução, Aragão resume que:

A especial importância da prevenção no plano de proteção do ambiente é perfeitamente compreensível e corresponde ao aforismo popular “mais vale prevenir do que remediar”. O bom-senso determina que, em vez de contabilizar os danos e tentar repará-los, se tente sobretudo antecipar e evitar a ocorrência de danos, por algumas razões bastante evidentes que vão desde a justiça ambiental à simples racionalidade econômica, passando pela justiça intertemporal (ARAGÃO, 2011. P. 64).

Em suma pode ser afirmado que “as medidas de proteção devem ser proporcionais ao nível de proteção procurado”, salientando que atualmente vive-se numa sociedade de risco, em que as necessidades do homem obrigam a que se recorra, cada vez mais, aos avanços tecnológicos gerados de novos riscos (MOTA, 2008).

## 6 Diretrizes para a aplicação do princípio da precaução

É sabido que a saúde ambiental é análoga à saúde humana e, como tal, deve ser priorizada (DARK; BURGÍN, 2017). Mas, para tanto, é necessário traçar diretrizes para a sua aplicabilidade afastando-se da vagueza do Princípio da Precaução. Diante disso, a sua aplicação exige uma análise criteriosa dos seguintes pressupostos: i) Risco; ii) Estado da técnica; e iii) Medidas economicamente viáveis.

Quanto ao *risco* verificou-se que é essencial que ele perpassasse pelas fases de 1. *Percepção de Risco* atuante o conhecimento técnico-científico, mas também é decisiva a participação do senso comum a respeito da decisão sobre quais efeitos são considerados adversos. 2. *Análise de Risco* com base em um conhecimento técnico-científico especializado e na identificação prévia dos efeitos adversos a serem considerados, é feita uma quantificação do risco. 3. A *Gestão de Risco*, etapa final de tomada de decisões, onde se escolhem determinadas linhas de ação a partir dos resultados fornecidos pela Análise de Risco (CEZAR/ ABRANTES, 2003). Ademais, os problemas de qualificação dos riscos podem ser compreendidos, pela aplicação do *diagrama de risco* como ferramenta para fornecer informações úteis. A visualização poderia auxiliar na decisão da classificação de riscos e na consideração de respostas adequadas (PEREZ, 2010). Além disso, a aplicação da proporcionalidade também foi apontada como importante compreensão sobre o enfoque sobre os riscos e na produção de decisões equilibradas em cenários de incerteza (GOMES, 2013, p. 203).

A respeito do segundo elemento do Princípio da Precaução, o *Estado da Técnica*, verificou-se que tendo em vista a contínua evolução e mutação do conhecimento científico a estes não é possível a aplicação do fator tempo, mas sim ao desenvolvimento dos saberes técnicos (COMISSÃO DAS COMUNIDADES EUROPEIAS). Seguindo assim, inclusive as orientações sobre a *Comunicação da Comissão Relativa ao Princípio da Precaução* as medidas a serem tomadas devem considerar a sua i) *Temporalidade* pois irá durar enquanto houver incerteza, alterando-se após novas descobertas do conhecimento científico; ii) *Proporcionalidade*, não sendo exigido mais do que a adequação entre o meio utilizado e o fim desejado. Neste sentido também as *Medidas economicamente viáveis*, terceiro elemento da precaução, o custo deve ser ponderado de acordo com a realidade econômica de

cada País (MACHADO, 2014, p. 104). E, neste sentido realizar a análise das vantagens e dos encargos resultantes da (in)ação (COMISSÃO DAS COMUNIDADES EUROPEIAS).

Em resumo, as medidas adotadas com base na precaução, devem ser proporcionais, coerentes e precárias (sendo revistas periodicamente à luz do progresso científico e, sempre que necessário, alteradas) (ARAGÃO, 2011, p. 63). Assim, em uma visão geral sobre o Princípio da Precaução compreende-se que a delimitação jurídica do que é o “princípio da precaução é colocada em questão por sua natureza fluida e cambiável, o que exige a configuração de um modelo de aplicação que, congregando os parâmetros de certeza possível, decidibilidade, razoabilidade e proporcionalidade”. Esta definição, portanto, é essencial para servir de parâmetro de decisão dos tribunais (MOTA, 2008).

O objetivo do recurso ao Princípio da Precaução que deve ser compreendido e conservado é o de se elevar o nível de proteção do ambiente, da saúde pública, da segurança pública e dos Direitos fundamentais, para um patamar mais compatível com o grau de qualidade atualmente exigível. Não se trata de aspirar o risco nulo (mesmo em atividades tradicionais e bem experimentadas existe um certo grau de risco), mas optar por um desenvolvimento responsável (ARAGÃO, 2011-2012, p. 159-185).

Com esta visão, a *Comunicação da Comissão Relativa ao Princípio da Precaução*, menciona que o Princípio da Precaução inclui os princípios gerais de uma gestão de riscos: proporcionalidade; não-discriminação; coerência; análise das vantagens e dos encargos que podem resultar da atuação ou da ausência de atuação e análise da evolução científica (COMISSÃO DAS COMUNIDADES EUROPEIAS).

Em relato a legislação Francesa “*Charte de l’Environnement*”, aprovada pela Câmara dos Deputados e o Senado, em Versalhes da França, Machado menciona que o artigo 5º desta se refere ao Princípio da Precaução, com a redação:

Quando a ocorrência de um dano, ainda que incerto diante do estado dos conhecimentos científicos, possa afetar de modo grave e irreversível o meio ambiente, as autoridades públicas providenciarão, através da aplicação do princípio da precaução e nas áreas de suas atribuições, a implementação de procedimentos de avaliação de riscos e a adoção de medidas provisórias e proporcionais com a finalidade de evitar a realização do dano (MACHADO, 2014, p. 103-104).

*Charte de l’Environnement* tem os seguintes requisitos de aplicação: a) o dano decorrente de uma ação ou inação é incerto diante do estado dos conhecimentos científicos; b) há probabilidade de efeitos graves e irreversíveis ao meio ambiente; c) o Poder Público irá aplicá-lo a si mesmo, às empresas e aos cidadãos; d) há duas fases na aplicação do princípio da precaução: a primeira fase há a obrigação de procedimentos de avaliação de risco, e na segunda fase adotam-se medidas com a finalidade de evitar a ocorrência do dano; e) a adoção das medidas públicas é submetida a uma metodologia especial, com duas vertentes: temporalidade e proporcionalidade (MACHADO, 2014, p. 104). Desta maneira, as diretrizes da legislação Francesa, seguem de forma semelhante as encontradas com a compreensão dos elementos do Art. 15º da Declaração Rio, conforme fundamentado acima. Para tanto propõem-se o seguinte quadro resumo:

Resumo dos passos de análise para aplicação empírica do Princípio da Precaução.

**Risco - > PROPORCIONALIDADE;**

1. **Percepção de Risco** - conhecimento técnico-científico e a participação do senso comum para decidir sobre os efeitos aceitáveis.
2. **Análise de Risco** - conhecimento técnico-científico para a identificação prévia dos efeitos adversos e quantificação do risco mediante o *diagrama de risco*;
3. **Gestão de Risco** - tomada de decisões com fundamento na proporcionalidade, a partir dos resultados fornecidos pela Análise de Risco

**Estado da técnica - > PROVISORIEDADE;**

1. **Temporalidade** pois irá durar enquanto houver incerteza, alterando-se após novas descobertas do conhecimento científico.;
2. **Proporcionalidade**, não sendo exigido mais do que a adequação entre o meio utilizado e o fim desejado.

**Medidas economicamente viáveis - > COERENTE.**

Deve ser ponderado de acordo com a realidade econômica de cada País acompanhado da análise das vantagens e dos encargos resultantes da ação e inação.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Conclui-se, portanto, que a aplicação do Princípio da Precaução exige uma postura de afastamento do modo normativista, de acentuado apego positivista de dar consequências àquilo que é a própria matéria do Direito. Na aplicação da precaução exige-se, flexibilidade (MOTA, 2008) para atingir o seu próprio objetivo, evitar os graves danos ambientais e humanos.

## 7 Considerações finais

Quanto ao risco verificou-se que é essencial que ele perpassasse pelas fases de Percepção de Risco, Análise de Risco e Gestão de Risco. Ademais, os problemas de qualificação dos riscos podem ser compreendidos, pela aplicação do diagrama de risco como ferramenta para fornecer informações úteis. A visualização poderia auxiliar na decisão da classificação de riscos e na consideração de respostas adequadas. Além disso, a aplicação da proporcionalidade também foi apontada como importante compreensão sobre o enfoque sobre os riscos e na produção de decisões equilibradas em cenários de incerteza.

O elemento estado da técnica é a situação do conhecimento humano científico sobre determinada tecnologia. Este conhecimento não é imutável, ao contrário, ele evolui constante e, na atual sociedade com uma velocidade inédita. Portanto, o conhecimento científico é ágil. Assim, a 'certeza' enquanto propriedade de uma observação de uma teoria ou de uma previsão nunca é "absoluta", mas sempre relativa a um conhecimento de fundo, ou pretérito, sendo aceito provisoriamente e sempre submetido à crítica. Por isso, quando se fala em estado da técnica deve-se remeter a concepção de provisoriedade. Logo, qualquer decisão quanto risco irá considerar o estado da técnica e esta está atrelada aos movimentos de provisoriedade, proporcionalidade e monitoramento.

Assim, a ausência de certeza científica faz parte da quase totalidade das ações humanas. Para tanto, segue as orientações sobre a Comunicação da Comissão Relativa ao Princípio da Precaução as medidas a serem tomados devem considerar a sua i) Temporalidade pois irá durar enquanto houver incerteza, alterando-se após novas descobertas do conhecimento científico.; ii) Proporcionalidade, não sendo exigido mais do que a adequação entre o meio utilizado e o fim desejado.

O terceiro elemento que são as medidas economicamente viáveis, uma ponderação e proporcionalidade entre as vantagens da atividade e os custos da ação/inação em relação aos riscos de danos ambientais virem a se concretizar. Assim, fechou-se a compreensão da definição do Princípio da Precaução.

Para tanto, a hipótese do problema de pesquisa traçada inicial confirmou-se, pois, a partir da divisão do Princípio em elementos com base no conceito da Rio 92 foi possível traçar diretrizes para a sua aplicação empírica, as quais foram reunidas no quadro-resumo apresentado.

## Referências

- ADAMS, John. **Risco**. Tradução Lenita Rimoli Esteves. São Paulo: Senac, 2009.
- ANTUNES, Paulo de Bessa. **Direito Ambiental**. 18. ed. rev. ampl. e atual. São Paulo: Atlas, 2016.
- ARAGÃO, Alexandra. Aplicação nacional do princípio da precaução. *In*: ASSOCIAÇÃO DOS MAGISTRADOS DA JURISDIÇÃO ADMINISTRATIVA E FISCAL DE PORTUGAL. **Colóquios 2011-2012**. Lisboa: AMJAFP, 2013. p. 159-185. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10316/24581>. Acesso em: 27 jul. 2021.
- ARAGÃO, Alexandra. Direito constitucional do ambiente da União Europeia. *In*: CANITOLHO, José Joaquim Gomes; LEITE, José Rubens Morato. **Direito constitucional ambiental brasileiro**. São Paulo: Saraiva, 2011. p.57-130.
- ARAGÃO, Alexandra. Princípio da Precaução: manual de instruções. **Revista do Centro de Estudos de Direito do Ordenamento, do Urbanismo e do Ambiente**, Coimbra, ano XI, n. 2, p. 9-57, 2008.
- BEN, Gustavo Vinícius; ENGELMANN, Wilson. O direito diante das nanotecnologias: a pluralidade de fontes jurídicas entre a efetivação dos princípios da prevenção e da precaução e a sociedade de risco. **Revista de Direito Ambiental**, São Paulo, n. 102, p. 75-100, abr./jun. 2021.
- BERWIG, Juliane Altmann. Mudanças climáticas: energia e precaução. **Revista de Direito Ambiental**, São Paulo, v. 73, p. 393-415, jan./mar. 2014.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República, [2021]. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicaocompilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm). Acesso em: 27 jul. 2021.

BRASIL. **Decreto nº 2.519 de 16 de março de 1998**. Promulga a Convenção sobre Diversidade Biológica, assinada no Rio de Janeiro, em 05 de junho de 1992. Brasília, DF: Presidência da República, 1998. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/1998/anexos/and2519-98.pdf](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1998/anexos/and2519-98.pdf). Acesso em: 27 jul. 2021.

BRASIL. **Decreto nº 2.652 de 1º de julho de 1998**. Promulga a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, assinada em Nova York, em 9 de maio de 1992. Brasília, DF: Presidência da República, [2021]. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/d2652.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d2652.htm). Acesso em: 27 jul. 2021.

BRASIL. **Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009**. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima – PNMC. Brasília, DF: Presidência da República, [2021]. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2009/lei/l12187.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l12187.htm). Acesso em: 27 jul. 2021.

BRASIL. **Lei nº 11.105, de 24 de março de 2005**. Regulamenta os incisos II, IV e V do § 1º do art. 225 da Constituição Federal, estabelece normas de segurança e mecanismos de fiscalização de atividades que envolvam organismos geneticamente modificados – OGM e seus derivados, cria o Conselho Nacional de Biossegurança – CNBS, reestrutura a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança – CTNBio, dispõe sobre a Política Nacional de Biossegurança – PNB, revoga a Lei no 8.974, de 5 de janeiro de 1995, e a Medida Provisória no 2.191-9, de 23 de agosto de 2001, e os arts. 5º, 6º, 7º, 8º, 9º, 10 e 16 da Lei no 10.814, de 15 de dezembro de 2003, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, [2021]. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2005/lei/l11105.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/lei/l11105.htm). Acesso em: 27 jul. 2021.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, [2021]. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm). Acesso em: 27 jul. 2021.

BRASIL. **Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998**. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, [2021]. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L9605.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9605.htm). Acesso em: 27 jul. 2021.

CEZAR, Frederico Gonçalves; ABRANTES, Paulo César Coelho. Princípio da Precaução: considerações epistemológicas sobre o princípio e sua relação com o processo de análise de risco. **Cadernos de Ciência e Tecnologia**, Brasília, v. 20, n. 2, p. 225-262, maio/ago. 2003.

COMISSÃO DAS COMUNIDADES EUROPEIAS. **Comunicação da Comissão Relativa ao Princípio da Precaução**. Bruxelas: UE, 2000. Disponível em: <https://publications.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/21676661-a79f-4153-b984-aeb28f07c80a/language-pt>. Acesso em: 27 jul. 2021.

CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento**. Rio de Janeiro: ONU, 1992. Disponível em: [https://www5.pucsp.br/ecopolitica/projetos\\_fluxos/doc\\_principais\\_ecopolitica/Declaracao\\_rio\\_1992.pdf](https://www5.pucsp.br/ecopolitica/projetos_fluxos/doc_principais_ecopolitica/Declaracao_rio_1992.pdf). Acesso em: 27 jul. 2021.

DARK, Stephen Michael; BURGIN, Shelley. An examination of the efficacy of the precautionary principle as a robust environmental planning and management protocol. **Journal of Environmental Planning and Management**, [s. l.], v. 60, p. 62-83, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/09640568.2016.1276436>. Acesso em: 27 jul. 2021.

DEUTSCHLAND. Bundesministerium Der Justiz Und Für Verbraucherschutz. **Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge** (Bundes-Immissionsschutzgesetz - BImSchG), 15 de março 1974. [s. l.: s. .n], 1974. Disponível em: <https://www.gesetze-im-internet.de/bimSchG/BImSchG.pdf>. Acesso em: 27 jul. 2021.

ECHEVERRÍA, Javier. Interdisciplinarietà y convergencia tecnocientífica nano-bio-info-cogno. **Sociologias**, Porto Alegre, ano 11, n. 22, p. 22-53, jul./dez. 2009. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/sociologias/article/view/9638/5510>. Acesso em: 27 jul. 2021.

ENGELMANN, Wilson; MACHADO, Viviane Saraiva. Do princípio da precaução à precaução como princípio: construindo as bases para nanotecnologia compatíveis com o meio ambiente. **Revista de Direito Ambiental**, São Paulo, v. 69, p. 13-50, jan./mar. 2013.

FARBER, Daniel. Coping with uncertainty: cost-benefit analysis, the precautionary principle, and climate change. **Washington Law Review**, Seattle, v. 90, p. 1660-1774, jun. 2015. Disponível em: <http://ssrn.com/abstract=2637105>. Acesso em: 27 jul. 2021.

GIDDENS, Anthony. **A política da mudança climática**. Rio de Janeiro: Zahar, 2010.

GOMES, Carla Amado. A idade da incerteza: reflexões sobre os desafios de gerenciamento do risco ambiental. *In*: LOPEZ, Tereza Ancona; LEMOS, Patrícia Faga Inglecias; RODRIGUES JUNIOR, Otávio Luiz (org.). **Sociedade de direito e direito privado: desafios normativos, consumeristas e ambientais**. São Paulo: Atlas, 2013. p. 167-197.

HACKING, Ian. Ensaio introdutório. *In*: KUHN, Thomas. **A estrutura das revoluções científicas**. 13. ed. São Paulo: Perspectiva, 2017. p.9-48.

KUHN, Thomas. **A estrutura das revoluções científicas**. 13. ed. São Paulo: Perspectiva, 2017.

LEITE, José Rubens Morato Leite; AYALA, Patryck de Araújo. **Dano ambiental: do individual ao coletivo extrapatrimonial**. 4. ed. rev. ampl. e atual. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2011.

LUHMANN, Niklas. **El concepto de riesgo**. Ciudad de México: Universidad Iberoamericana: Herder Editorial, 2005.

MACHADO, Paulo Affonso Leme. Art. 225, §1º, V. *In*: CANOTILHO, José Joaquim Gomes; SARLET, Ingo Wolfgang; STRECK, Lenio Luiz; MENDES, Gilmar Ferreira (org.). **Comentários à Constituição do Brasil**. São Paulo: Saraiva, 2018. p.2183.

MACHADO, Paulo Affonso Leme. **Direito ambiental brasileiro**. 22. ed. rev. ampl e atual. São Paulo: Malheiros, 2014.

MINASSA, Pedro Sampaio. A incógnita ambiental do princípio da precaução. **Revista Direito Ambiental e Sociedade**, Caxias do Sul, v. 8, n. 1, p. 158-159, 2018.

MORA, José Ferrater; TERRICABRAS, Josep-Maria. **Dicionário de filosofia**. São Paulo: Loyola, 1994. t. 2. Disponível em: [https://books.google.com.br/books?id=arWu04Gg\\_uAC&dq=dicionario+de+filosofia+fundamentalista&hl=pt-BR&source=gbs\\_navlinks\\_s](https://books.google.com.br/books?id=arWu04Gg_uAC&dq=dicionario+de+filosofia+fundamentalista&hl=pt-BR&source=gbs_navlinks_s). Acesso em: 27 jul. 2021.

MOTA, Maurício. O Princípio da Precaução no Direito Ambiental: uma construção a partir da razoabilidade e da proporcionalidade. **Revista de Direito Ambiental**, São Paulo, v. 50, p. 180-211, abr./jun. 2008.

PEREZ, Oren. Precautionary Governance and the Limits of Scientific Knowledge: A Democratic Framework for Regulating Nanotechnology. **UCLA Journal of Environmental Law and Policy**, [s. l.] Forthcoming, p. 1-46, abr. 2010. Disponível em: <https://ssrn.com/abstract=1585222>. Acesso em: 27 jul. 2021.

STIRLING, Andy. A. Mantenha a complexidade. **Nature**, [s. l.], v. 468, p. 1029-1031, dec. 2010. DOI: <https://doi.org/10.1038/4681029a>. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/4681029a>. Acesso em: 27 jul. 2021.

SUNSTEIN, Cass R. **Laws of fear: beyond the precautionary principle**. New York: Cambridge, 2005.

WIESNER, Mark R.; BOTTERO, Jean-Yves. A risk forecasting process for nanostructured materials, and nanomanufacturing. **Comptes Rendus Physique**, [s. l.], v. 12, n. 7, p. 659-668, sept. 2011. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1631070511001605?via%3Dihub>. Acesso em: 27 jul. 2021.

**Recebido em:** 18.08.2021

**Aceito em:** 02.03.2023